INTEGRIERTE LANGFRISTPLANUNG EINES INDUSTRIEBETRIEBS MITTELS SIMULATION (EINE FALLSTUDIE)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Jürgen H. Bucher

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546027_0018

INTEGRIERTE LANGFRISTPLANUNG EINES INDUSTRIEBETRIEBS MITTELS SIMULATION (EINE FALLSTUDIE)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Jürgen H. Bucher

1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Referent: Prof. Dr. F. Hanssmann

Korreferent: Prof. Dr. E. Witte

Tag der mündlichen Prüfung: 10. 7. 1972

Inhaltsverzeichnis

Seite

0. Problem und Notwendigkeit der Langfristplanung 1

1. Unternehmensmodelle in der Literatur 6

10. Bilanz- und Kennzahlenmodelle 6

11. Analytische Planungsmodelle 7

12. Simulationsmodelle zur Planung 9

120. Modelle der Verhaltensforschung 9

121. Modelle des Rechnungswesens 10

2. Grundlagen der Simulation 15

20. Das Wesen der Simulation 15

21. Aufbau eines Simulationsmodells 17

22. Vor- und Nachteile der Simulation 19

3. Aufbau und Struktur des Planungs- und Projektionsmodells 21

30. Das Fortschreibungssystem 21

300. Grundzüge der Matrizenbuchführung 23

301. Das Kontensystem des Modells 28

302. Die Basisstromvariablen 35

303. Die Basisperiode 38

304. Die Planungsperiode 40

31. Das Projektionssystem 41

310. Beschaffung 48

3100. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe 48
3101. Handelswaren 52
3102. Faktor Arbeit 53

311. Produktion 54

312. Absatz 63

313. Investition 68

3130. In bewegliches Anlagevermögen 68
3131. Aktivierte Eigenleistungen 73
3132. In unbewegliches Anlagevermögen 75

Seite

314. Desinvestitionen 77

3140. Bilanzielle Abschreibungen auf Maschinen 77
3141. Bilanzielle Abschreibungen auf Gebäude 82
3142. Anlagenverkäufe 82

315. Steuern 84

3150. Vom Einkommen und vom Ertrag 84
3151. Vom Vermögen 88
3152. Sonstige Steuern 89

316. Finanzierung 89

3160. Einige Abgrenzungen 90
3161. Forderungstransformation 93
3162. Sonstiges Umlaufvermögen, sonstige Verbindlichkeiten 96
3163. Aktive Finanzierung 97
3164. Eigenfinanzierung 98
3165. Fremdfinanzierung 102
3166. Liquidität 106

32. Startbedingungen 118

320. Mengenvariable des Güterstroms 120

321. Die übrigen Startwerte 122

33. Das Auswertungssystem 126

330. Bestandsbilanz 127

331. Bewegungsbilanz 128

332. Erfolgsrechnung 133

333. Kennzahlen 135

34. Erweiterungen des Grundmodells 137

340. Einfluß der Preissteigerungen 138

3400. Grundlegende Erörterung der Preissteigerung 139
3401. Preiswirkungen auf der Kostenseite 148

341. Schrumpfungsprozesse 151

4. Datenbeschaffung 154

5. Programmieren und Austesten des Simulationsmodells 160

6. Modellexperimente 168

60. Sensitivitätsanalyse 169

61. Zielplanung 171

Seite

610. Definition der Ziele 172

611. Zielinterdependenzen 175

612. Zielsequenzen 185

62. Planung der Strategien 187

620. Unbedingte Strategien 188

6200. Finanzpolitik 188
6201. Preis- und Preisanpassungspolitik 193
6202. Bewertungspolitik 201
6203. Rationalisierungspolitik 202

621. Bedingte Strategien 205

6210. Absatzgrenzen 206
6211. Beschränkungen durch die Gebäudekapazität 216

622. Exogene Modelleingriffe 220

7. Zum Problem der Gültigkeit des Modells 222

8. Zusammenfassung und Schlußbetrachtung 226

9. Anhang

90. Verzeichnis der Variablennamen 231

91. FORTRAN-Programm 238

92. Literaturverzeichnis 252

0. Problem und Notwendigkeit der langfristigen Gesamtplanung

Den zunehmend größeren Aufgaben, die der Unternehmensplanung heute gestellt sind, stehen vielfach noch unzureichende Methoden der Planung gegenüber. Dabei kann generell gesagt werden, daß die Diskrepanz zwischen Notwendigkeit und Möglichkeiten der Planung insbesondere bei der langfristigen Planung auffällt, was sich wohl aus den speziellen Schwierigkeiten des Gebietes erklärt:

- Die langfristige Unternehmensplanung muß eine Totalplanung und damit eine integrierte Planung sein (vgl. 2, S. 74).[1]
- Eine derartige Gesamtplanung kann kaum mehr in konventionell-manueller Weise durchgeführt werden, was die Entwicklung formaler, durch den Computer berechenbarer Planungsmodelle erfordert.
- Zu den strukturellen und prozeduralen Problemen tritt außerdem noch das Prognose- und Ungewißheitsproblem.

Bei der Frage, wie lange "langfristig" ist, gehen die Meinungen auseinander; die unterste Grenze dürfte mit einem Jahr anzusetzen sein (so etwa 66, S. 309); nach oben gibt es keine Beschränkung, wenngleich häufig fünf Jahre genannt werden (z.B. 65, S. 23). Grundsätzlich ist Scott zuzustimmen, wenn er sagt: "'Long-range' and 'short-range' do not refer to any point of time at which planning decisions are made but to the futurity, or future actualization of these decisions" (62, S. 30). Was langfristig ist, ist demnach von Fall zu Fall verschieden und hängt von der Gesamtsituation ab. Wird langfristige mit "strategischer" Planung gleichgesetzt (so etwa bei 1, S. 4; 66, S. 310), und ist strategische Planung dadurch charakterisiert, daß die darauf basierenden Entscheidungen nur schwer rückgängig zu machen sind (1, S. 4), so ist Langfristplanung eine Rahmenplanung, bei der auf höchster Ebene Ziele und Mittel geplant werden.

---

1 Die der Seitenzahl vorangestellten Nummern verweisen auf die betreffende Schrift im Literaturverzeichnis.

Zwar sollte die langfristige Planung alle betrieblichen Teilbereiche umfassen, "in der Praxis (werden) jedoch Schwerpunktplanungen (für Investition, Finanzierung, Absatz usw.; d.Verf.) und weniger bedeutsame Teilplanungen individuell je nach Erfordernis im Unternehmen unterschieden ..." (6, S. 26). Die Tatsache, daß trotz der erkannten Notwendigkeit einer integrierten Planung in der Praxis isolierte Pläne für die betrieblichen Teilbereiche aufgestellt werden, kann als Indiz sowohl für die Schwierigkeit, als auch für die mangelnde methodische Hilfestellung von seiten der praktisch-orientierten Betriebswirtschaftslehre gewertet werden. Kosiol weist mit Recht darauf hin, daß auf dem Gebiet der Planung mehr empirische Forschung vonnöten ist, da die empirisch-materielle Problematik aufgrund der Betonung logisch-formaler Kalküle vernachlässigt wird (36, S. 77 ff.). Zweifelsohne ist eine gewisse Scheu vor empirischen Untersuchungen und dem Entwurf praxisnaher Modelle festzustellen; Gründe dafür können sein die vermeintlich geringere Wissenschaftlichkeit derartiger Arbeiten, der damit verbundene große Arbeitsaufwand und schließlich der in Deutschland zuweilen schwierige Kontakt zwischen Theorie und Praxis. Hinzu kommt möglicherweise auch eine spärliche Veröffentlichung derartiger Arbeiten, was entweder daran liegt, daß sie sich (noch) nicht bewährt haben (dann wartet man ab), oder daß sie sich bewährt haben (dann gibt man keine Erfahrungen preis).

Was die Kalkülisierung der Planung angeht, so sind dazu in den vergangenen Jahren von der Unternehmensforschung viele Impulse ausgegangen. Im wesentlichen beschränkte sich die Anwendung von OR-Methoden indes auf Teilgebiete (Absatz, Investition, Produktion) mit zweifelsohne wachsendem Erfolg (21, S. 27 ff.). Ausgesprochene Totalmodelle, die noch dazu praktikabel sind (siehe dazu Abschnitt 1) sind erst in Ansätzen vorhanden. Möglicherweise ist auch das "Anspruchsniveau" noch zu hoch angesetzt, wenn Kilger etwa fordert:

> "Der Gesamtplan einer Unternehmung für einen bestimmten Zeitraum müßte ... als ein umfassendes Entscheidungsmodell formuliert werden, und die Optimalwerte aller Variablen würden simultan zu bestimmen sein. Ein solches Gesamtoptimum der Unternehmung sollte zwar das

> Idealziel der Unternehmensforschung sein, in absehbarer Zeit ist jedoch das Erreichen dieses Ziels nicht zu erwarten. Es ist vielmehr aus mehreren Gründen nur möglich, die Methoden des O.R. in der Weise einzusetzen, daß Teilpläne optimiert und schrittweise aufeinander abgestimmt werden." (31, S. 56).

Dieser Ansicht ist zuzustimmen, wenn man davon ausgeht, unbedingt "optimale" Lösungen erzielen zu wollen. Steckt man das Ziel nicht so hoch und begnügt sich mit "befriedigenden" (statt optimalen) Lösungen, sind die Aussichten, praktikable Globalmodelle schaffen zu können, ungleich günstiger. So bemerken auch March und Simon: "To optimize requires processes several orders of magnitude more complex than those required to satisfice" (42, S. 141). Der von Kilger aufgezeigten Alternative aufeinander abgestimmter Teilpläne steht daher auch die Alternative eines integrierten, wenngleich "nur" befriedigende Lösungen liefernden Totalmodells gegenüber. Das schließt nicht aus, daß hierbei Teilgebiete suboptimiert werden.

Auf den ersten Blick mag es als großes Opfer erscheinen, keine optimalen Lösungen anstreben zu wollen. Abgesehen von der derzeitigen Unmöglichkeit optimaler Gesamtplanung bzw. vom damit verbundenen Aufwand, wenn es sie gäbe, stellt sich doch die Frage, um wieviel schlechter eine nur befriedigende Lösung ist. Bei näherem Hinsehen zeigt sich nämlich, daß es inhaltlich immer schwieriger wird, von optimalen Lösungen zu sprechen, auf je höherer Ebene das Entscheidungsproblem angesiedelt ist. Während bei "taktischen" Entscheidungen (bzw. Entscheidungsproblemen), die sich regelmäßig auf niedriger hierarchischer Ebene finden, die Wahl eines Entscheidungskriteriums (anhand dessen die optimale Alternative ausgewählt wird) noch relativ leicht fällt, stößt man bei "höheren", strategisch ausgerichteten Modellen dabei auf immer größere Probleme (man denke nur an die sich ergebenden Zielkonflikte). Selbst wenn sich diese und andere Schwierigkeiten (wie vollständige Alternativenformulierung) lösen ließe, bleibt immer noch die Frage, ob eine optimale Lösung signifikant besser ausfällt als eine heuristisch gewonnene, befriedigende Lösung, wenn man bedenkt, an welche Voraussetzungen das Optimum geknüpft ist. Eindeutig beantworten läßt sich

diese Frage nur im konkreten Fall, für den aber das zu Vergleichszwecken nötige Optimalmodell noch aussteht.

Als weiteres typisches Problem der Langfristplanung wurde das Prognose- und Unsicherheitsproblem angeführt. Grundsätzlich löst auch das beste Planungsmodell nicht das Datenproblem, vielmehr setzt seine Lösung das Vorhandensein der entsprechenden Daten voraus. Die Tatsache, daß die wenigsten Daten exakt prognostiziert werden können, ist aber kein Anlaß, von einer langfristigen Planung überhaupt Abstand zu nehmen. Man kann auch mit weniger genauen oder nur grob geschätzten Daten Planung betreiben, wobei sich allerdings der Akzent des Planungsergebnisses immer mehr von einer Prognose (im anspruchsvollen, wissenschaftlichen Sinn) zur Projektion verschiebt. Die Projektionen nehmen dabei den Charäkter von Wenn-dann-Aussagen an, was im Grunde auch für die Prognosen, wenn auch in geringerem Umfang, zutrifft. In dem Maße, wie Hypothesen empirisch untermauert und Schätzungen fundierter erstellt werden, wird aus dem weniger ambitiösen Projektionsmodell ein Prognosemodell.

Ist das Datenproblem nur relativ zu sehen, so kann dies auch von den Ergebnissen des Planungsmodells gesagt werden. Warren betont z.B. die Bedeutung des Planungsprozesses, wenn er sagt:

> "It cannot be overemphasized that with few exceptions the purpose of long-range planning is not nearly so much having a plan as developping processes, attitudes, and perspectives which make planning possible. In the ideal, these attitudes and perspectives will aid in the creation of processes which provide a basis for making continuous reappraisals and decisions reflecting the demands of a changing world. Developing formal, comprehensive long-range plans is merely a means to an end." (65, S. 25).[1]

Implizit wird damit auch die Notwendigkeit eines Erklärungsmodells angesprochen, das eine Vorstufe zum Entscheidungsmodell darstellt. Eine bestimmte Art von mathematischen Modellen, nämlich die Simulationsmodelle

---

1 Zur Langfristplanung im allgemeinen siehe außerdem (33), (30), (23), (56), (3), (55).

(auf die in Abschnitt 2 ausführlicher eingegangen wird), sind nun gleichermaßen geeignet, komplexe, integrierte Systeme abzubilden und damit eine Erklärungsfunktion zu leisten, wie auch den Planungsprozeß zu formalisieren. Zur Ermittlung von (im strengen Sinne) optimalen Lösungen sind sie indessen im Regelfall nicht brauchbar. Die erstgenannten Eigenschaften legen aber eine Verwendung eines derartigen Modelltyps nahe, weshalb auch das Planungsmodell der vorliegenden Arbeit ein Simulationsmodell ist.

Anlaß zu dieser Arbeit gaben Fragestellungen und Probleme der Planungspraxis, wie sie mit herkömmlichen Planungsmethoden nicht angegangen werden können. Teilweise handelt es sich um recht aktuelle Fragestellungen, die etwa den Zusammenhang zwischen Preissteigerungen, Anpassungsverhaltensweisen und Unternehmenswachstum betreffen. Die Beantwortung von Fragen dieser Art erfordert ein Totalmodell, das solche Zusammenhänge zu erklären imstande ist. Dabei kommt es wirklich in erster Linie auf die Erklärung und noch nicht auf die Optimierung an, da der praktischen Planungsarbeit allein mit der Darstellung der Zusammenhänge schon viel gedient ist.

Aus dieser Problemstellung heraus wurde das vorliegende Modell als Fallstudie in einem mittelgroßen Unternehmen der Metallverarbeitung entwickelt. Im Vordergrund steht dabei die praktische Relevanz und weniger die Durchdringung theoretischer Fragestellungen. So ist diese Fallstudie aus der Praxis und in ständigem Kontakt mit der Praxis entstanden.

Die Art der Probleme und der für ein überschaubares Globalmodell nötige Abstraktionsgrad lassen das Planungsmodell hauptsächlich für mittel- bis langfristige Projektionen verwendbar erscheinen. In Abschnitt 3 wird die Struktur des Simulationsmodells abgehandelt, daran schließen sich in Abschnitt 4 Ausführungen über die Datengewinnung an. Nach einem Überblick über Programmieren und Austesten des Modells im 5. Abschnitt wird eine Reihe von Modellexperimenten beschrieben (Abschnitt 6), welche die Eigenschaften des Modells und seinen Anwendungsbereich verdeutlichen sollen. Einige Bemerkungen zum Problem der Gütemessung und eine Zusammenfassung in den Abschnitten 7 bzw. 8 schließen die Arbeit ab.

1. Unternehmensmodelle in der Literatur

'Langfristige Planungsmodelle können als Koordinationsinstrument nur wirken, wenn sie Gesamtmodelle des Unternehmens sind" (2, S. 24). Diese Notwendigkeit hat dazu geführt, daß man sich seit einigen Jahren verstärkt dem Entwurf von Modellen zuwendet, die die ganze Unternehmung umfassen. Generell dienen solche Modelle dazu, die althergebrachte Planung zu formalisieren und zu kalkülisieren, sie dadurch exakter, aussagekräftiger und vor allem schneller zu machen. Als Beispiele der formalisierten Planung werden im folgenden Bilanz- und Kennzahlenmodelle, analytische Modelle sowie Simulationsmodelle beschrieben.

10. Bilanz- und Kennzahlenmodelle

Bilanz- und Kennzahlenmodelle sind zwei in der Praxis seit langem bekannte Planungsmethoden. Wie Albach (2, S. 24) ausführt, sind "Bilanzmodelle ... eine Weiterentwicklung traditioneller Formen des Rechnungswesens und der Finanzplanung für die langfristige Planung. Die Investitionspläne und die dazugehörigen Finanzpläne werden zu Zukunftsbilanzen für jedes Jahresende zusammengefaßt". Gerade diese Zusammenfassung dürfte in der Praxis wegen der bestehenden Interdependenzen auf große Schwierigkeiten stoßen.

Ein verfeinertes Verfahren stellen demgegenüber die Kennzahlenmodelle dar. In der Form eines umsatzbezogenen Planungsmodells erfolgt die Planung dergestalt, daß von einem künftigen, geschätzten Umsatz ausgehend mit Hilfe von Kennzahlen die betrieblichen Teilbereiche geplant werden (2, S. 24). "Auf diese Weise kann mit Hilfe der Umsatzprognose bzw. des Umsatzzieles und der Kennzahlen ein geschlossenes, integriertes Modell der langfristigen Planung erstellt werden" (2, S. 25). Aber auch hier tauchen die unvermeidlichen Interdependenzprobleme auf, zu deren Lösung eine Kennzahlenplanung eben nicht beiträgt. Überdies treten bei diesem Verfahren Inkonsistenzprobleme dadurch auf, daß die von einem zukünftigen Zeitpunkt auf den Planungs-

zeitpunkt zurückgerechneten Werte nicht mit den aktuellen Werten zum Planungszeitpunkt übereinstimmen, was eine iterative Neudurchrechnung nötig macht, solange, bis die Divergenzen beseitigt sind.

Beide Verfahren zeichnen sich durch Einfachheit in der Anwendung aus, sie stellen einen Fortschritt dar gegenüber der "ungeplanten" Planung, ihre Leistungsfähigkeit ist aber auch entsprechend gering. Über die Unzulänglichkeiten solcher Grobmodelle helfen erst mathematisch formulierte Modelle hinweg, die freilich noch weitgehend im Stadium der Entwicklung sind.

11. Analytische Planungsmodelle

Pionierleistung bei der Anwendung der linearen Programmierung auf dem Gebiet der Finanzplanung haben Charnes, Cooper und Miller (10) geleistet. Hier handelt es sich allerdings streng genommen noch um Partialmodelle, die allein an den finanzwirtschaftlichen Größen anknüpfen. Auf Charnes, Cooper und Miller und der von ihnen entwickelten Zielprogrammierung (goal programming) aufbauend hat Ijiri ein Budgetmodell entwickelt, das lineares Programmieren (genau: Zielprogrammieren) und traditionelles Rechnungswesen miteinander verknüpft. (29).

Im Gegensatz zum "gewöhnlichen" linearen Programmieren, bei dem sich in der Zielfunktion nur ein Ziel befindet, gehen beim goal programming alle Ziele in die Zielfunktion ein; das bedeutet, daß die beim gewöhnlichen linearen Programm in den Nebenbedingungen stehenden restlichen Ziele (wie Liquiditätssicherung) beim Zielprogrammieren in die Zielfunktion aufgenommen werden, wodurch in den Nebenbedingungen nur noch echte "environmental conditions" enthalten sind (vgl. 41, S. 108).

Das traditionelle Rechnungswesen findet Eingang durch die Definition der Variablen, die für Transaktionen zwischen Konten stehen (siehe die Beschreibung der Matrixbuchhaltung in Abschnitt 300 der vorliegenden Arbeit, bei der auch dieser approach gewählt wird).

Die Vorteile dieses Ansatzes liegen in der Möglichkeit, mehrere Ziele gleichzeitig zu berücksichtigen, optimale Lösungen mit einem erprobten Algorithmus zu erhalten und die Ergebnisse in Form von Finanzberichten (Bilanz, Bewegungsbilanz und Erfolgsrechnung) zu erstellen. Nachteile ergeben sich daraus, daß die mehrdimensionale Zielfunktion eine Gewichtung der Ziele (bzw. Zielprioritäten) voraussetzt, welche genau genommen erst möglich wird, nachdem die Interdependenz der Ziele bekannt ist. Bis zu einem gewissen Grade kann dieses Problem durch parametrisches Programmieren angegangen werden.

Ein entscheidenderer Nachteil indessen sind die Schwierigkeiten, dieses Modell zu dynamisieren, wodurch es erst einen praktischen Nutzen erlangen kann. "The multiperiode approach ensures that the interdependence of decisions over time will not be ignored in the search for the optimal solution" (41, S. 101). Dieser Erkenntnis MAOs stehen aber auch seine Bedenken gegenüber: "Multiperiod business decisions present especially difficult problems for mathematical programming..." (41, S. 173). Mattessich geht sogar so weit, sich zu fragen, "ob sich die mathematische Programmierung für ein Gesamtmodell der Unternehmung eignet. Die Anzahl der Variablen und Beziehungen ist selbst bei einem stark vereinfachten Budgetmodell, soweit es praktisch dienbar sein soll, groß genug, um das Aufnahmevermögen eines linearen oder nicht-linearen Programms zu übersteigen" (45, S. 230).

Nicht nur durch Beschränkungen von rechentechnischer Seite, auch vom Formulierungsaufwand her erwachsen bei Verwendung eines linearen Programms Probleme. Damit eine sinnvolle, optimale Lösung zustande kommt, muß eine Vielzahl von Restriktionen formuliert werden, die verhindert, daß ein Großteil der Variablen (wie dies bei linearen Programmen sich häufig einstellt) in der Lösung mit null erscheint. Bei dynamischer Struktur ist weiter eine große Zahl von Fortschreibungsgleichungen nötig, welche die Verbindung zwischen den einzelnen Perioden herstellt. Überhaupt ist es bei Totalmodellen eine Frage, ob soviel Gewicht auf "Optimalität" gelegt werden soll, wo sich doch gerade an linearen Programmen deutlich zeigt, daß die

Lösung nur so gut ist, wie die Restriktionen; während aber die Restriktionen bei kleinen, auf niedriger hierarchischer Ebene zu entwickelnden Modellen relativ leicht gefunden werden können, wird dies um so schwieriger, je umfassender ein Modell wird und um so mehr es auf Management-Ebene zum Einsatz kommt.

Diese und andere, in den Voraussetzungen der linearen Programmierung liegenden Nachteile (wie Linearität) führten und führen zur Entwicklung von Simulationsmodellen, die weit größere, komplexere Systeme zu beherrschen erlauben (über die Simulation im allgemeinen siehe Abschnitt 2).

12. Simulationsmodelle zur Planung

Bei den Simulationsmodellen soll danach, ob sie operational sind oder nicht, in Anlehnung an Will (68, S. 695) zwischen Modellen des Rechnungswesens und Modellen der Verhaltensforschung unterschieden werden.

120. Modelle der Verhaltensforschung

In Modelle der Verhaltensforschung gehen, wie schon die Bezeichnung nahelegt, solche Verhaltensgrößen ein wie Druck, Beanspruchung, Streben, Erwartung, Betriebsklima, psychologische und soziologische Wertstrukturen, Belohnung und organisatorisches Entspanntsein (nach Will, 68, S. 693). Das bedeutendste Modell in dieser Richtung dürfte das Simulationsmodell von Bonini sein (9). Wie Mertens ausführt (43, S. 53) strebt Bonini "mit seinem Simulationsmodell des Entscheidungsprozesses in einer Unternehmung ... eine Synthese zwischen den Forschungsergebnissen verschiedener Disziplinen und Teildisziplinen an, und zwar der volkswirtschaftlichen Betrachtung der Unternehmung, der betriebswirtschaftlichen Unternehmenstheorie, die vom Gewinnmaximierungsprinzip ausgeht, und der organisationstheoretischen Betrachtung". Insbesondere will Bonini "in quantitative terms the behavior of individuals or groups within the organization as a function of the behavior of

other individuals and of the information available" wiedergeben (9, S. 11).

Für die praktischen Planungsprobleme kann die Simulation des Informations- und Entscheidungssystems unmittelbar keine Hilfestellung geben, vor allem wegen der mangelnden Operationalität der verwendeten Variablen. Demgegenüber steht bei Modellen des Rechnungswesens die Ausrichtung auf solche Größen im Vordergrund, die in der Buchhaltung vorkommen und daher operational sind.

121. Modelle des Rechnungswesens

In erster Linie handelt es sich bei dieser Gruppe von Modellen um sogenannte Budgetmodelle, welche auf der Finanz- und Betriebsbuchhaltung basieren und in Form von Teilbudgets Sollwerte für künftige Perioden vorgeben (vgl. dazu 28, S. 233 ff.). In einem weiteren Sinn können hierzu auch Modelle gerechnet werden, die sich im Prinzip am Rechnungswesen orientieren, ohne aber darauf beschränkt zu sein.

Ein erster Schritt weg von der traditionellen Budgetierung wurde durch den Entwurf eines Budget-Simulationsmodells von Mattessich getan. In der ersten Fassung bestand das Simulationsmodell noch aus einem simultanen System von Definitionsgleichungen, welche das Buchhaltungswesen einer Periode abbildete (43). Die Simulation zielte auf eine Veränderung der Parameter, es handelte sich hier also um eine statische Simulation (siehe Abschnitt 22). In einer verbesserten Fassung (44) wurde das Simulationsmodell dynamisiert (ein Jahr zu 12 Monatsperioden) und auf eine fiktive Unternehmung mit 10 Produkten und drei Rohmaterialarten zugeschnitten. Das Modell läßt als besonderes Charakteristikum "die wenn auch etwas weitläufige Verwandtschaft mit dem Leontiefmodell (d.h. Input-Output-Modell, d.V.) erkennen (45, S. 230). Dabei wird ein Teil der Verrechnungstransaktionen autonom vorgegeben, "während die anderen als Funktionen dieser autonomen oder exogenen Verrechnungstransaktionen ausgedrückt werden"(45, S. 232). Im Vergleich

zum Leontiefmodell, bei dem diese Funktionen standardisiert sind, "kann jede Budgethypothese eine andere Struktur annehmen..." (45, S. 232).

Das Modell erstellt 47 Budgetberichte und benötigt über 600 Eingabedaten (vgl. 68, S. 697). Es ist deterministisch und weist keine expliziten Zielvariablen aus. Über einen praktischen Einsatz dieses Modells ist nichts bekannt.

Eine gewisse Weiterentwicklung der Budgetsimulation ist in der Arbeit von Barth (4) zu sehen, der - im Gegensatz zu Mattessich - explizit Zielniveau- und Zielprioritätsänderungen berücksichtigt. Außerdem erstreckt sich die Planungsperiode über 36 Monate, welche das Modell zu einem mittelfristigen Planungsmodell werden läßt. Der Konzeption nach ist es ein "zweidimensionales, kybernetisches Simulationsmodell" (4, S. 142), dessen zwei Dimensionen in zwei Teilmodellen bestehen, nämlich dem Basisbudget-Simulationsmodell und dem Zielniveau-Modell, die durch eine "offene Regelschleife" verbunden sind (4, S. 135). Kybernetisch ist das Modell, weil die Teilmodelle eine geschlossene Regelschleife aufweisen (4, S. 135).

Das Basis-Budgetmodell ist ein aus mehreren Untermodellen bestehender Matrizenkalkül, der die Konsequenzen von Budget-Alternativen ermitteln und das Ergebnis anhand mehrerer Kriterien (wie Eigenkapitalrentabilität, Umsatz, Umsatzrentabilität, Liquiditätssicherung; 4, S. 120) mit Sollwerten vergleichen soll. Die Sollwerte werden vom übergeordneten Zielniveau-Modell vorgegeben.

Stimmen die Zielvorgaben (Sollwerte) und die Zielrealisierungen (Istwerte) nicht überein ("Ungleichgewicht"), so kann zunächst eine Anpassung dadurch versucht werden, daß neue Budgetalternativen durchgespielt werden. Gelingt es dabei nicht, die Zielerreichungsbedingung (Ist=Soll) zu erfüllen, werden nach der Methode der Anspruchsanpassung die Zielniveaus selbst sukzessive geändert. Diese Aufgabe übernimmt das Zielniveau-Modell. Nun wird von neuem ein Satz von Budgetalternativen "simuliert", bis endlich eine "optimale",

die Gleichgewichtsbedingungen erfüllende Alternative gefunden ist, d.h. eine Alternative, bei der kein Ziel mehr verbessert werden kann, ohne daß ein anderes verringert wird (4, S. 337).

Soweit die grundsätzliche Funktionsweise des Modells. Betrachtet man das Basisbudget-Simulationsmodell näher, so stellt man fest, daß es im Grunde aus einem simultanen Matrix-Gleichungssystem besteht, das analytisch in der vorliegenden Form nicht lösbar sein dürfte. Das ist wohl auch der Grund, weshalb Barth es als "Simulationsmodell" verstanden haben will. Bekanntlich greift man immer dann auf die Simulationstechnik zurück, wenn analytische Methoden versagen. Aber auch die Simulation verlangt eine bestimmte Rechnungs-Prozedur, und Barth versäumt es darzustellen, wie diese Prozedur aussieht. In diesem Sinne muß dem Teilmodell der Charakter eines Simulationsmodells abgesprochen werden.

Das Basisbudget-Simulationsmodell kann auch nicht als kybernetisches Modell bezeichnet werden, da es als solches einen kompensierenden Regelkreis aufweisen müßte, der für die Stabilität des (Teil-)Modells sorgt. Es genügt nicht, einfach zu erwähnen, daß dieses Modell ein Regelkreis ist (4, S. 147), vielmehr kommt es darauf an, daß es einen Regelkreis hat und daß seine Elemente und seine Funktionsweise explizit dargestellt werden.

Der Regelkreis ist auch nicht im zweiten Teilmodell, dem Zielniveau-Modell zu entdecken, das Barth wiederum lediglich als "2. Teilregelkreis" (4, S. 315) bezeichnet. Dieses Teilmodell erfüllt die Funktion eines Sollwertgebers (4, S. 141), d.h. es soll Zielvorgaben für das Basis-Modell liefern. Dazu bedient sich Barth eines theoretisch wie auch praktisch unbrauchbaren Verfahrens: Mit Hilfe der Korrelations- und Regressionsanalyse sollen Zusammenhänge zwischen Zielerreichungen (Sollwerten) und Alternativen gefunden werden, die in Form einer "stochastischen Prognosematrix 1" (4, S. 321) dargestellt werden. Gegen die Regressionsanalyse ist einzuwenden:

- Sie gibt keine Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge wieder im Falle der

gleichzeitigen Variation mehrerer Entscheidungsvariablen;

- Sie versagt vollständig, wenn es darum geht, die Interdependenzen zwischen mehreren abhängigen Variablen (hier: den Zielvariablen) aufzuzeigen; allenfalls wäre noch die multiple Regressionsanalyse angebracht;

- Sie ist aufgrund der hohen Autokorrelation von Simulationszeitreihen von vorneherein unbrauchbar (man wendet daher in diesem Falle oft die Spektralanalyse an; siehe 53).

Die Konstruktion eines Budget-Simulationsmodells, das aus zwei Teilmodellen besteht, die durch eine offene Regelschleife miteinander verbunden sind, rührt aus der Übertragung des von Beer (7, S. 201) aufgestellten "Prinzips der Vervollständigung von außen" her. Barth meint sie mit der fehlenden Äquifinalität von geschlossenen Systemen begründen zu müssen (4, S. 134). Daraus folgert Barth, daß "die Möglichkeit, die Werte von endogenen Budgetvariablen als Folge vielfältiger Entscheidungsalternativen simulieren zu können, in geschlossenen Modellen nicht gegeben (ist)" (Herv. v. Verf.). Andererseits glaubt Barth, daß Budgetmodelle nur dann der homöostatischen Selbstregelung fähig sind, wenn "sie ihrer Struktur nach geschlossene Modelle sind, wobei unter 'geschlossenen Budgetmodellen' hier die Abbildungen von Regelsystemen mit geschlossenen Schleifen zu verstehen sind" (4, S. 133).

In dem Widerspruch, daß geschlossene Systeme sich nicht äquifinal (zielgerichtet) verhalten und seiner Interpretation des Budgetmodells als geschlossenes Modell, das nur als solches stabil ist, sieht Barth ein "paradoxes Problem" (4, S. 134) und zieht daraus den Schluß, daß das Basis-Modell in der erwähnten Weise über eine offene Schleife mit dem Sollwertgeber-Modell verbunden sein müsse.

Diesem Schluß kann nicht zugestimmt werden. Barth verwechselt offenbar geschlossene Systeme mit geschlossenen Regelschleifen und geschlossenen Modellen. Eine Regelschleife ist immer geschlossen, sonst entstünde keine Rückkopplung und aus der Regelung würde eine Steuerung. Trotz der "ge-

schlossenen" Rückkopplung ist ein Regelkreis aber bereits ein offenes System, wenn ihm "von außen" Inputs etwa in Form von Führungsgrößen zugeführt werden. Die Notwendigkeit, das Modell "zweidimensional" zu konstruieren, entfällt daher.

Im übrigen weicht Barth von der "offenen Regelschleife" (ein pleonastischer Ausdruck) selbst insofern ab, als beim Zielniveau-Modell die Zielniveau-Anpassung nur bei entsprechender Rückinformation (Gleichgewicht oder Ungleichgewicht) aus dem Basismodell wirksam werden kann. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß beide Teilmodelle durch eine ("geschlossene") Regelschleife verbunden sind! Das Konzept des zweidimensionalen kybernetischen Simulationsmodells ist damit ad absurdum geführt.

Ein weiteres, sogar langfristiges Budgetmodell ist das bei der Sun Oil entwickelte "Corporate Financial Model" (18). "The model is used to develop revised projections of net income, cash flow, and balance-sheet accounts whenever significant changes occur in important variables that affect the performance of the company. The model is also used for long-range planning and to develop budgets that are consistent with corporate objectives" (53, S. 64). Interessant ist der Hinweis, daß zur Entwicklung dieses Modells 13 Mannjahre vonnöten waren (vgl. 53, S. 65).

Bei Naylor wird als ausgesprochenes Gesamtmodell (im Gegensatz zum Teilmodell wie z.B. einem Finanzmodell) das Anheuser-Busch-Modell erwähnt), das aus 10 Untermodellen besteht und der "simulation of the flow of materials and dollars through the beer division of the company" dient (53, S. 68).

Schließlich werden bei Schrieber (60) "Corporate Simulation Models" vorgestellt, die aber, wie bei fast allen Veröffentlichungen, zumeist nur allgemein beschrieben werden. Dies macht natürlich einen Vergleich der Modelle schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Überhaupt ist bei allen aus der Praxis entstandenen Modellen in den Veröffentlichungen eine ziemliche Zurückhaltung zu bemerken, die, neben Geheimhaltungsmotiven, auch auf geringe oder unge-

nügende Leistungsfähigkeit zurückgeführt werden kann.

Das in der vorliegenden Arbeit dargestellte Modell ist kein Budgetmodell, obwohl es damit den Bezug zum Rechnungswesen gemein hat. Es ist - nicht zuletzt aufgrund des hohen Aggregationsgrades - ein mittel- bis langfristiges Planungs- und Projektionsmodell, das sich auf das gesamte Unternehmen bezieht, wobei aber der Schwerpunkt auf dem Gebiet der Finanzplanung liegt. Seinen besonderen (geradezu aktuellen) Akzent erhält es durch die Einbeziehung der Preisänderungen auf Input- und Outputseite. Die Simulationsergebnisse erscheinen in Form von Bilanzen, bestimmten endogenen Variablen, Kennzahlen und Diagrammen. Bevor an die Beschreibung des Modells gegangen wird, sollen zuerst noch die Grundlagen der Simulation erörtert werden.

2. Grundlagen der Simulation

20. Das Wesen der Simulation

Die Simulation zählt zu den Methoden der Unternehmensforschung. Da über die Simulationsmethode - speziell auf wirtschaftlichem Gebiet - zahlreiche Veröffentlichungen vorliegen[1], wird im folgenden diese Art der Modellbildung nur insoweit umrissen werden, wie es für das Verständnis des Planungsmodells vonnöten ist.

Nach Koxholt (37, S. 13) besteht das Wesen der Simulation "in der reinen wirklichkeitsäquivalenten Nachahmung der Wirklichkeit". Die Betonung liegt hierbei auf Nachahmung, da die Abbildung der Realität (eines Sachverhalts) die Aufgabe eines Modells schlechthin ist. Im Bereich der Unternehmensforschung erfolgt zudem die Nachahmung dadurch, daß ein mathematisches Modell des abzubildenden Sachverhaltes geschaffen wird. Statt eines geschlossenen Ausdrucks, wie ihn analytische Modelle aufweisen, erfolgen die Berechnungen beim Simulationsmodell schrittweise, weshalb sie treffend auch als "procedural models" bezeichnet werden (14, S. 8).

---

1 Im einzelnen sei hierzu verwiesen auf: (11), (14), (34), (35), (37), (46), (47), (48), (49), (50), (51), (52), (53).

Wenn Koxholt meint, nur Bekanntes ließe sich simulieren, mit der Folge, daß grundsätzlich keine neuen Erkenntnisse zu erwarten sind (37, S. 13), so ist dies sicherlich richtig, die Aussage trifft aber auf alle mathematischen Modelle zu; das ganze Wissen um Zusammenhänge in der Wirklichkeit geht in die Prämissen und Hypothesen des Modells ein, die Ableitung von Ergebnissen auf deduktivem Wege schafft selbst keine neuen Ergebnisse mehr, da diese schon von vorneherein determiniert sind.

Die Simulation ist kein Lösungs- oder Optimierungsverfahren, wie es üblicherweise die analytischen Modelle des Operations Research sind (37, S. 13). Das Ergebnis einer Simulation kann daher regelmäßig nur ein "relatives Optimum" sein, aber kein absolutes. Dies wird auch verständlich, wenn man die Simulation als ein mathematisches Experimentierverfahren charakterisiert: "Simulation may permit the possibility of conducting a type of quasi experiment with economic systems" (52, S. 7). Die früher oft beklagte Unmöglichkeit, in sozialen Bereichen exakte Experimente durchzuführen, ähnlich denen, wie sie in den Naturwissenschaften möglich sind, muß daher in einem neuen Licht gesehen werden. Simulationsmodelle erlauben nun, kontrollierte Experimente durchzuführen, d.h. Experimente, in denen die Einhaltung der Ceteris-paribus-Klausel möglich ist (vgl. 53, S. 188).

Trotz dieses bestechenden Vorteils ist die Simulation "a 'technique of last resort' and should be used only when analytical techniques are not available for obtaining solutions to a given model" (52, S. 299). Analytischen Modellen sind aber häufig dort Grenzen gesetzt, wo es sich um große und komplexe Systeme handelt (52, S. 188). Herkömmliche mathematische Methoden reichen dann nicht mehr aus, solche Systeme "in den Griff" zu bekommen.

Häufig wird die Simulation mit "computer simulation" (52, S. 188) und mit Monte-Carlo-Methoden gleichgesetzt. Die Simulation setzt nicht notwendig einen Computer voraus, sie kann auch mit Bleistift und Papier betrieben werden. Praktisch jedoch sind die Probleme meist zu groß, als daß sie von

Hand gelöst werden können, was indes in gleichem Maße auch für analytische Modelle zutrifft. Somit ist der Computer ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der praktischen Durchführung der Simulation, aber kein Merkmal der Simulation schlechthin. Monte-Carlo-Methoden sind simulierte Stichprobenverfahren und als solche ein Teilgebiet der Simulation, das jedoch nicht mit dem Gesamtgebiet identifiziert werden darf.

Nach diesem knappen Überblick läßt sich die Simulation charaktersieren als "a numerical technique for conducting experiments with certain types of mathematical models which describe the behavior of a complex system on a digital computer over extended periods of time" (52, S. 2).

21. Aufbau eines Simulationsmodells

Wie auch bei analytischen (Entscheidungs-) Modellen sind die Komponenten eines Simulationsmodells Ziele (Entscheidungskriterien), Entscheidungsvariable (beeinflußbare Größen), Parameter (Daten, unbeeinflußbare Größen), Strukturen und Bedingungen. Die Entscheidungskriterien dienen dazu, Konsequenzen verschiedener Alternativen (ausgedrückt durch die Entscheidungsvariablen) zu beurteilen bzw. zu vergleichen. Die Entscheidungsvariablen repräsentieren diejenigen "Stellgrößen", auf die eingewirkt werden kann, ganz im Gegensatz zu den Parametern, die einer solchen Beeinflussung unzugänglich sind. In bezug auf das Modell unterscheidet man exogene und endogene Variable, je nachdem, ob die Variablen "von außen" in das Modell eingegeben oder durch das Modell selbst erzeugt werden (vgl. 14, S. 52).

Sind die Variablen und die Parameter identifiziert - bei großen Modellen ist es zumeist schwierig, die relevanten Größen ausfindig zu machen - tritt als nächstes Problem das der Verknüpfung der Größen auf. Die Verknüpfung kann dergestalt erfolgen, daß eine strukturelle Analogie oder eine funktionelle Analogie zwischen der Realität und dem Modell hergestellt wird (Unterscheidung nach Klaus, 32, S. 32). Während bei der strukturellen Analogie Überein-

stimmung in der Struktur besteht, kommt die Übereinstimmung bei der funktionalen Analogie dadurch zustande, daß trotz unterschiedlicher Struktur die Funktionen, gewissermaßen das Resultat, in Realität und beim Modell sich entsprechen. Modelle wirtschaftlicher Gebilde sind in aller Regel Mischungen aus diesen beiden Analogietypen. Die funktionalen Verknüpfungen der Größen bei Simulationsmodellen sind im allgemeinen relativ einfach, was zu dem Schluß verleiten könnte, die Simulation selbst sei eine einfache Methode. Tatsächlich tauchen die Probleme oft erst beim Zusammenwirken der vielen Einzelbausteine auf, wodurch sich gewissermaßen ein synergetischer Effekt einstellt.

Wie bei analytischen Modellen können auch in Simulationsmodellen Nebenbedingungen berücksichtigt werden, allerdings nicht in der gleichen Form. Restriktionen in Form von Ungleichungen etwa lassen sich durch sogenannte bedingte Strategien verwirklichen: Das Überschreiten einer kritischen Grenze löst eine bestimmte Reaktion aus, welche im weiteren für die Einhaltung der Nebenbedingung sorgt. Restriktionen in Form von Gleichungen sind schon schwerer realisierbar. Hat so eine Nebenbedingung beispielsweise die Aufgabe, eine bestimmte Variable genau auf einem bestimmten Wert zu halten, so kann dies im Simulationsmodell durch eine Rückkopplung realisiert werden. Dabei muß es sich immer um eine kompensierende Rückkopplung handeln, welche in der Lage ist, eine Störung (oder eine bestimmte Klasse von Störungen) zu paralysieren. Ein dynamisches System, das wenigstens eine kompensierende Rückkopplung enthält, ist in der Lage, einen Gleichgewichtszustand aufrechtzuerhalten oder wiederzugewinnen; diese Art von System wird als kybernetisches System bezeichnet (siehe 32, S. 335). Ein dynamisches Simulationsmodell, das einen kompensierenden Regelkreis zur Stabilisierung einer bestimmten Größe enthält, ist demnach auch ein kybernetisches Modell. Das in dieser Arbeit vorgestellte Modell zählt zu dieser Art von Modellen.

Simulationsmodelle lassen sich nach verschiedenen Merkmalen einteilen.

Die wichtigsten Unterscheidungen beziehen sich darauf, ob ein Modell

- statisch oder dynamisch
- aggregiert oder detailliert
- deterministisch oder stochastisch ist (vgl. 14, S. 11).

In aller Regel sind Simulationsmodelle dynamisch formuliert, vielfach wird darin geradezu ein Merkmal der Simulation gesehen (siehe obige Definition von Naylor). Der Grund dafür liegt darin, daß sich mit Simulationsmodellen besonders schön das Zeitverhalten von komplizierteren Systemen beschreiben läßt, und hierbei sind sie analytischen Modellen überlegen. Statische Simulationen hingegen weisen mehr den Charakter von Sensitivitätsanalysen auf, bei denen mehr oder weniger systematisch die Eingabewerte verändert werden.

Nach dem Aggregationsgrad unterscheidet man aggregierte und detaillierte Modelle. Mit dem Aggregationsgrad ist fast gleichzeitig auch der Geltungsbereich umschrieben, der um so größer ist, je höher der Aggregationsgrad ausfällt. Typisches Beispiel sind Unternehmensmodelle, die regelmäßig hoch aggregiert sind, und Detailmodelle, die sich nur auf bestimmte Sektoren eines Unternehmens beziehen (vgl. dazu 48, S. 49).

Schließlich hängt es von der Einbeziehung zufälliger Elemente ab, ob ein Modell als deterministisch oder als stochastisch anzusprechen ist. Simulationsmodelle sind besonders für stochastische Formulierungen geeignet.

Auf eine weitere Unterscheidung danach, ob ein System (ein Modell) im Zeitablauf Änderungen unterworfen ist oder nicht, d.h. ob es stationär oder evolutorisch ist (59, S. 263), wird im Abschnitt 32 eingegangen werden.

22. Vor- und Nachteile der Simulation

Naylor (53, S. 9 f.) führt u.a. folgende Vorteile der Simulation auf:

- "Simulation makes it possible to study and experiment with the complex internal interactions of a given system whether it be a firm, an industry, an economy..."

- "Through simulation, one can study the effects of certain ... changes on the operation of a system by making alterations in the model of the system and by observing the effects of these alterations on the system's behavior."
- "A detailed observation of the system may lead to a better understanding of the system and to suggestions for improving it..."
- "Simulation of complex systems can yield valuable insight into which variables are more important than others in the system and how these variables interact."
- "Simulation can serve as a 'preservice test' to try out new policies and decision rules for operating a system, before the risk is run of experimenting on the real system."

Gegenüber analytisch zu lösenden Modellen weist Mertens (48, S. 90) auf eine Reihe von Vorzügen der Simulation hin:

- man kann kompliziertere Erscheinungen beschreiben,
- bei analytischen Modellen besteht darüber hinaus das Problem, ein Lösungsverfahren zu finden,
- Simulationsmodelle sind flexibler gegenüber Datenkonstellationen (nach Auffassung des Verfassers ist dies noch mehr der Fall bei Strukturänderungen),
- man ist frei vom Zwang, in der Phase der Modellkonstruktion den Lösungsweg im Auge zu behalten.

Den Vorzügen stehen freilich auch Nachteile gegenüber, als da sind:

- es gibt keine im strengen Sinn optimalen Lösungen,
- der Aufwand der Datenerfassung und lange Rechenzeiten (48, S. 90), aber auch die oft langwierige Konstruktions- und Austestphase.

Mit diesen Ausführungen ist ein Überblick darüber gegeben, was Simulation ist und was Simulation kann. Das eigentliche Wesen der Simulation entfaltet

sich erst am konkreten Beispiel. Das im folgenden Abschnitt beschriebene Modell läßt sich als hochaggregiertes, dynamisches, deterministisches, kybernetisches, evolutorisches Globalmodell einer Unternehmung charakterisieren.

3. Aufbau und Struktur des Planungs- und Projektionsmodells

Das Modell besteht aus zwei Hauptteilen, die sich gegenseitig ergänzen: dem Fortschreibungssystem und dem Projektionssystem. Während im Projektionssystem die Stromgrößen einer Periode projiziert werden, kommt dem Fortschreibungssystem die Aufgabe zu, durch Verknüpfung von Strom- und Bestandsgrößen die Fortschreibung des Systems über die Bestandsgrößen zu besorgen. Der Zyklus Projektionssystem-Fortschreibungssystem wird solange durchlaufen, bis das Ende der Planungsperiode erreicht ist. Das Ergebnis der Simulation fällt in Form von Zeitreihen und Kennzahlen an, die in einem weiteren Modellbaustein, dem Auswertungssystem, aufbereitet werden. Für die Ingangsetzung der Simulation sorgt ein Satz von Startbedingungen (siehe Abb. 5.1 S.161).

30. Das Fortschreibungssystem

Ein wesentliches Merkmal des vorliegenden Modells ist der Bezug zum herkömmlichen Rechnungswesen. Für die Einbeziehung von Elementen des Rechnungswesens sprechen folgende Überlegungen:

- Das betriebliche Rechnungswesen ist der traditionelle Informationslieferant für den Entscheidungsträger. Sein Output - neben der Kostenrechnung die Bestandsbilanz, die Bewegungsbilanz und die Erfolgsrechnung - ist die dem Praktiker vertrauteste Form der Informationsdarstellung. Nur ein an das Rechnungswesen angelehntes Modell vermag denselben Output zu liefern.

- Die Praktikabilität eines Modells ist in hohem Maße abhängig von der Möglichkeit der Datenbeschaffung. Die Datengewinnung wird erleichtert, wenn hierzu die Ergebnisse des Rechnungswesens aus weiter zurückliegenden Perioden verwendet werden können.

- Ein Urteil über die Gültigkeit eines Modells kann nur abgegeben werden, wenn es Möglichkeiten der Kontrolle und des Vergleichs von Modellergebnissen mit späteren Realisierungen gibt. Praktisch wird dies nur bei einer weitgehenden Kompatibilität von Modelloutput und Rechnungswesen-Output möglich.

Diesen Pluspunkten stehen natürlich auch Minuspunkte gegenüber. Das Rechnungswesen selbst

- ist eine reine ex post Darstellung, die lediglich vergangenheitsbezogene Informationen liefert, oft noch mit großer zeitlicher Verzögerung; zukunftsbezogene Informationen zu Planungszwecken fehlen dagegen vollständig;

- verfolgt mehrere Rechnungsziele gleichzeitig (25, S. 73), etwa die Vermögens- und die Erfolgsdarstellung; dieses bedingt Kompromisse;

- richtet sich an verschiedene Adressaten, wie Unternehmensleitung und Gesetzgeber (25, S. 73); die Folge sind abermals Kompromisse, die zu Lasten bestimmter Informationswünsche gehen.

Der erste Angriff gegen das Rechnungswesen trifft nicht auch ein Modell, das als Planungsmodell konzipiert ist und sich nur des formalen Rahmens des Rechnungswesens bedient. Ein Planungsmodell ist ja gerade dadurch gekennzeichnet, daß es zukunfts- und nicht vergangenheitsorientiert ist.

Was die verschiedenen Rechnungsziele angeht, so treten diese im Planungsmodell naturgemäß zurück, da hier Planungsziele im Vordergrund stehen, die allgemein mit dem Gewinnen von Entscheidungsunterlagen beschrieben werden können.

Der Adressat des Planungsmodells ist ganz eindeutig die Unternehmenslei-

tung; Konflikte, hervorgerufen durch unterschiedliche bzw. gegensätzliche Adressatenkreise treten nicht auf. Inhaltlich bedeutet das, daß Prognosebilanzen eines Planungsmodells immer interne Bilanzen sind, in denen allenfalls steuerlichen Vorschriften Rechnung getragen wird.

300. Grundzüge der Matrixbuchführung

Jeder zu verbuchende Geschäftsvorfall berührt bekanntlich zwei Konten (von zusammengesetzen Buchungen abgesehen), wobei die Verbuchung nach dem Buchungssatz erfolgt: Konto i im Soll an Konto j im Haben. Statt die Soll- und Habenseite der Konten wie im T-Konto nebeneinanderzustellen, kann man auch die Sollseiten zeilenweise und die Habenseiten spaltenweise anordnen. Auf diese Weise wird eine Matrix aufgespannt, in der jede Elementindizierung für einen bestimmten Buchungssatz steht (siehe Abb. 30.1). Die Matrizenbuchführung ersetzt damit die sonst üblichen zwei Eintragungen durch eine Eintragung mit Doppelklassifikation (vgl. 45, S. 196 ff.).

So weist Index i im Element s_{ij} auf die Sollbuchung und der Index j auf die Habenbuchung hin.

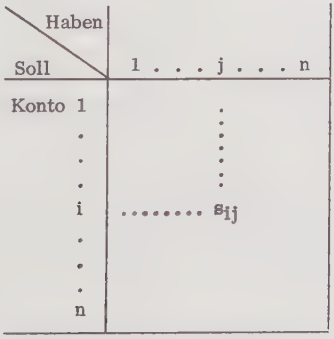


Abb. 30.1: Grundschema der Buchungsmatrix

Die Verbuchung eines Betrages von 20 GE z.B. geschieht dann in der Weise, daß das Element s_{ij} der Matrix S den Wert 20 zugeordnet bekommt. Das Matrixschema läßt sogleich erkennen, daß es bei n Konten n^2 mögliche Kombinationen und damit theoretisch n^2 verschiedene (einfache) Buchungssätze gibt. Davon scheiden aber als unzulässige Buchungen sofort jene aus, bei denen Soll- und Habenseite identisch sind, d.h. für alle s_{ii} gilt: $s_{ii} = 0$.

Ist man, wie im vorliegenden Fall, nicht an dem einzelnen Buchungsvorfall interessiert, sondern allein an der Summe der in einem Zeitraum stattfindenden, jeweils die gleiche Kontenkombination berührende Geschäftsvorfälle, dann trägt das Element s_{ij}, $i \neq j$, den Wert der kumulierten Einzelbeträge dieser Buchungen für diesen Zeitraum. Die Werte der Matrixelemente sind damit zu Aggregaten der Bewegungen zwischen den Konten geworden.

Somit liefert jedes Element der Matrix drei Arten von Informationen: wieviel (Betrag, Wert) von welchem Konto (erster Index, Soll) an welches Konto (zweiter Index, Haben) in einem bestimmten Zeitraum gebucht worden ist. Die Dimension Wert/Zeiteinheit der Matrixelemente läßt diese als Stromgrößen erkennen. Fügt man noch einen Zeitindex hinzu, so ist der Stromgröße auch der Zeitraum zu entnehmen, in dem sie entstanden ist.

Da der erste Index das Sollkonto bezeichnet, ergibt die Zeilensumme der Matrix die Summe der Sollbuchungen bei einem Konto; analog verhält es sich mit der Spaltensumme, welche zu der Summe der Habenbuchungen führt. Nun ist es nur noch ein kleiner Schritt, um von den Anfangsbeständen der Konten zu den Endbeständen und damit von der Anfangsbilanz zur Schlußbilanz zu gelangen. Allerdings müssen wir dabei zwischen Aktivkonten und Passivkonten unterscheiden.

Bei den Aktivkonten steht der Anfangsbestand im Soll, in das auch die Zugänge gebucht werden. Ziehen wir die Abgänge davon ab, so verbleibt im Haben der Endbestand. Gemäß der allgemeinen Fortschreibungsgleichung

Anfangsbestand (AB) + Zugänge (Z) - Abgänge (A) = Endbestand (EB)

erhalten wir die Fortschreibungsgleichung für die Aktivkonten

(30-1) AB + Zeilensumme - Spaltensumme = EB

Bei den Passivkonten sind die Verhältnisse aus Symmetriegründen gerade umgekehrt: Hier stehen der Anfangsbestand und die Zugänge im Haben, während Abgänge und Endbestand sich auf der Sollseite befinden. Gleichung (30-1) verändert sich demgemäß für Passivkonten in:

(30-2) AB + Spaltensumme - Zeilensumme = EB

Es ist zweckmäßig, beide Arten von Fortschreibungsgleichungen auf dieselbe Form zu bringen. Dazu erinnern wir uns, daß Aktiv- und Passivkonten gleich aufgebaut, aber spiegelverkehrt sind. Wir multiplizieren (30-2) mit (-1)

-AB - Spaltensumme + Zeilensumme =-EB

und definieren die Habenbestände als negative Größen, so daß sich wie bei (30-1) ergibt

(30-3) AB + Zeilensumme - Spaltensumme = Endbestand

Durch obige Definition gelangen wir zu formal identischen Fortschreibungsgleichungen. Dank dieser Vereinheitlichung kann nun das Gleichungssystem der Fortschreibung für alle Konten i in allgemeiner Weise formuliert werden

$$(30\text{-}4) \qquad b_i^{neu} = b_i^{alt} + \sum_{j=1}^{n} s_{ij} - \sum_{j=1}^{n} s_{ji} \qquad i = 1, \ldots, n$$

Darin steht b_i für die Anfangs- bzw. Endbestände des iten Kontos. Welchen Charakter die Endbestände aufweisen - ob sie Aktivkonten oder Passivkonten sind - kann leicht am Vorzeichen abgelesen werden: Ein positives Vorzeichen weist auf ein Aktivkonto, ein negatives dagegen auf ein Passivkonto hin. Es muß betont werden, daß der Kontocharakter sich nicht (mit Sicherheit) aus der Stellung des Kontos in der Reihe der Konten ablesen läßt, weil sich der Kontocharakter geändert haben kann: Wird beispielsweise das Bankkonto überzogen, so wandelt sich das Aktivkonto "Bank" in ein Passivkonto "Bank" um.

Aus der Definition der Passivkonten als "negative" Aktivkonten folgt, daß die übliche sogenannte Bilanzgleichung

AKTIVA = PASSIVA

nun in der inhaltlich völlig gleichen Form gilt

AKTIVA + PASSIVA = 0

Diese Bilanzgleichung ist, wie man sich leicht überzeugen kann, wegen der Doppelerfassung der Matrixwerte - einmal mit positivem, einmal mit negativem Vorzeichen - immer erfüllt.

Bisher war nur die Rede von den Bestandskonten (Aktivkonten, Passivkonten), nicht dagegen von den Erfolgskonten (Aufwands- und Ertragskonten). Sie nehmen in der Buchungsmatrix eine besondere Stellung ein, da für sie nicht genau das gleiche gilt wie für die Bestandskonten.

Während bei Bestandskonten Buchungen zwischen Aktivkonten und Passivkonten erlaubt sind, dürfen bei den Erfolgskonten im Buchungssatz niemals gleichzeitig zwei Erfolgskonten angesprochen werden. Statt dessen sind nur die beiden Buchungssatz-Typen: "Aufwandskonto an Bestandskonto" und "Bestandskonto an Ertragskonto" zulässig. Das wird verständlich, wenn man die Erfolgskonten ihrem Charakter nach als Unterkonten des Eigenkapitalkontos ansieht. Buchungstechnisch erfolgt der Abschluß aber nicht direkt über das Eigenkapitalkonto, sondern über ein dazwischengeschaltetes Gewinn- und Verlustkonto (G+V-Konto), nach dem Saldo benannt, der aus der Differenz zwischen Aufwendungen und Erträgen entsteht. Soweit der Saldo Gewinn ist, wird er (je nach Gewinnverteilung) ganz oder teilweise ins Eigenkapitalkonto übertragen.

In Darstellungen der Literatur zur Matrixbuchführung (vgl. 72,S.134 ff. und die dort angegebene Literatur) werden die Konten in der Matrixdarstellung in folgende Reihenfolge gebracht: Aktivkonten, Passivkonten, Aufwandskonten und Ertragskonten. Da aber jedes Erfolgskonto entweder nur aus der Sollseite (Aufwandskonto) oder aus der Habenseite (Ertragskonto) besteht, d.h. entweder nur Soll- bzw. nur Habenbuchungen aufnehmen kann (die wenigen praktischen

Ausnahmen hiervon lassen sich auch darauf zurückführen), würde eine derartige Anordnung im vorliegenden Fall zu einer unnötigen Aufblähung der Matrix führen. Darüber hinaus erfordert diese Reihung eine gesonderte Erfolgsermittlung, da kein Konto "Periodenerfolg" existiert (vgl. 72, S. 136).

Wegen der geschilderten Nachteile wird deshalb einer anderen Anordnung der Vorzug gegeben. Zu den Bestandskonten kommt nur ein einziges Erfolgskonto hinzu, nämlich das G+V-Konto; es dient zugleich als (bzw. ist identisch mit dem) Periodenerfolgskonto. Dieses Konto nimmt alle Aufwands- und Ertragsarten auf, wobei es zunächst jeweils soviele Arten wie Bestandskonten gibt. Das erklärt sich daraus, daß jeder Sollbuchung auf einem Bestandskonto eine Habenbuchung auf dem G+V-Konto (Ertrag) entsprechen kann bzw. jeder Habenbuchung im G+V-Konto (Aufwand) eine Gegenbuchung auf einem Bestandskonto im Haben gegenübersteht. Soweit diese (Mindest-) Differenzierung (etwa wegen zu geringer Kontozahl) nicht genügt - beispielsweise diverse Aufwandsarten an Kasse - kann, wie noch gezeigt wird, eine Unterteilung der Stromgrößen vorgenommen werden. Damit ist auch ein Nachteil der hier gewählten Anordnung beseitigt.

Da sich das G+V-Konto wie ein Passivkonto verhält - es ist ja auch ein Unterkonto des Eigenkapitalkontos - kann es ebenfalls rein formal den Fortschreibungsgleichungen unterworfen werden. Im Unterschied zu den Bestandskonten gibt es dabei allerdings in der Regel keinen Bestand, weil der hier zum Ausweis gelangende Bilanzgewinn nach jeder Periode verteilt wird. Eine Ausnahme hiervon ergibt sich nur dann, wenn statt des Gewinns ein Verlust anfällt: Dieser bleibt dann als Verlustvortrag auf diesem Konto stehen. Wegen der Passivkonto-Natur des G+V-Kontos trägt auch der Gewinn ein negatives Vorzeichen, der Verlust ein positives. Allerdings wird davon im eigentlichen Output nichts zu sehen sein, weil dabei die Vorzeichen umgedreht werden.

Eigens für den Zweck des Planungsmodells wird noch ein weiteres Konto eingeführt, das als Umbuchungskonto (UK) bezeichnet werden soll. Es kommt

an die letzte Stelle in der Reihe der Konten, also hinter das G+V-Konto. Es dient dazu, den Bilanzgewinn der vorhergehenden Periode unter Umgehung der Stromgrößen des G+V-Kontos der Verteilung zuzuführen (zur Gewinnverteilung siehe Abschn. 3164). Das besondere Merkmal dieses Kontos ist, daß es keinen Saldo zeigt, da Einbuchung immer gleich Ausbuchung ist.

Zusammenfassend läßt sich die Gruppierung der n Konten der Abb. 30.1 wie folgt darstellen:

Konten $1,\ldots,i_1$ = Aktivkonten
Konten $i_1+1,\ldots,n-2$ = Passivkonten
Konto $n-1$ = G+V-Konto
Konto n = Umbuchungskonto.

Soweit der formale Aufbau der Buchungsmatrix. Im folgenden gilt es, die Aktiv- und Passivkonten konkret zu bestimmen. Mit der Definition der Konten sind die Basisbestandsgrößen gewonnen, welche Gegenstand der Fortschreibung sind und in den Prognosebilanzen erscheinen. Weitgehend festgelegt sind damit auch die Basisstromvariablen, die durch das Aufspannen der Matrix erzeugt werden. Ihnen und ihrer Auswahl ist der darauffolgende Abschnitt gewidmet. Auf die noch fehlende Zeitdimension wird in zwei weiteren Abschnitten einzugehen sein: Der erste beschäftigt sich mit der Basisperiode, der Zeitdimension der Basisstromvariablen; der zweite behandelt die Planungsperiode als Zeitdimension des gesamten Modells.

301. Das Kontensystem des Modells

Ausgangspunkt für die Definition der Konten ist das Bilanzgliederungsschema nach dem AktG § 151. Dabei soll als Grundsatz gelten, daß das Kontensystem des Modells mit dem Bilanzschema des Aktienrechts kompatibel ist. Das bedeutet, daß die Konten des Kontensystems nur durch Zusammenziehung oder durch weitere Unterteilung von Bilanzpositionen entwickelt werden dürfen; überkreuzte

Zusammenfassungen oder gar Saldierungen sind damit ausgeschlossen.

Hinter dem Grundsatz der Kompatibilität steht der Gedanke, jederzeit eine Zurückführbarkeit der Prognosebilanzen auf das aktienrechtliche Bilanzschema zu gewährleisten. Dies erleichtert bzw. ermöglicht erst Vergleiche zwischenbetrieblicher und auch innerbetrieblicher Art, selbst wenn später einmal weitere Verfeinerungen in der Kontenstruktur vorgenommen werden. Zugleich ist dafür gesorgt, daß kein Konto zuviel erscheint oder ausgelassen wird. Kompatibilität und Vollständigkeit (die implizit in ersterer enthalten ist) sind die formalen Prinzipien bei der Definition des Kontensystems.

Statt der Ausrichtung des Kontensystems auf das Bilanzschema kann auch eine Orientierung am Kontenrahmen erfolgen. Hier würde dem sogenannten Prozeßgliederungsprinzip und nicht dem Bilanzprinzip gefolgt werden.[1] Über die Zweckmäßigkeit der einen oder anderen Vorgehensweise kann nur im konkreten Fall entschieden werden. Für die vorliegende Studie wird der Bilanzorientierung der Vorzug gegeben.

Die formalen Prinzipien allein sagen noch nichts über die inhaltliche Definition des Kontensystems aus. Zum materiellen Aspekt seien beispielhaft folgende Gesichtspunkte angeführt:

1. Der gewünschte Aggregationsgrad des Modells; je niedriger der angestrebte Abstraktionsgrad ist, desto differenzierter muß das Kontensystem sein. Neben den nachfolgend genannten Punkten spielt dabei insbesondere der Planungszeitraum, für den das Modell ausgelegt ist, eine Rolle. Grundsätzlich gilt: Je länger die Planungsperiode, desto größer der Aggregationsgrad.

---

1 Der im April 1971 vom Bundesverband der Deutschen Industrie veröffentlichte Kontenrahmen für die Industrie (IKR) ist, soweit er die Finanzbuchhaltung betrifft, nach dem Bilanz- und nicht nach dem Prozeßgliederungsprinzip aufgebaut. Für die Kosten- und Leistungsrechnung wurde das Prozeßgliederungsprinzip jedoch beibehalten. Wenn der neue IKR in einem Unternehmen eingeführt ist, kann dieser zur Grundlage der Kontendefinition gemacht werden. Damit wäre der große Vorteil verbunden, daß die Konten des Modells nicht nur mit der Bilanz, sondern auch mit den Konten des Rechnungswesens kompatibel wären.

2. Die planerische Relevanz; solche Positionen, denen in der Planung keine große Bedeutung zugemessen wird, brauchen nicht explizit als Konten in Erscheinung zu treten. Das ist z.B. der Fall bei Scheck- und Wechselkonten.

3. Die Größenordnung von Positionen; Konten beispielsweise, deren Bestand nur ein Promille der Bilanzsumme ausmacht oder weniger, sind zu klein für eine explizite Berücksichtigung. Selbst wenn sie sich genau planen ließen, sind sie doch bedeutungslos angesichts der hundert- oder tausendfach größeren anderen Positionen. Zudem besteht hier auch die Gefahr, eine Scheingenauigkeit zu züchten. Solche Kleinpositionen werden, ebenso wie planerisch uninteressante Konten, mit anderen Konten zusammengefaßt und sind als Aggregate viel leichter zu handhaben.

4. Zukünftiger Informationsbedarf und Flexibilität; selbst ein Kontensystem, das den derzeitigen Ansprüchen genügt, mag einige Jahre später unzureichend sein. Ursachen dafür können gestiegener Informationsbedarf und/oder strukturelle Änderungen sein, denen das Modell angepaßt werden muß. Eine Anpassung wird um so leichter, je stärker die Kontendifferenzierung erfolgt und je mehr der künftige, vermutete Informationsbedarf berücksichtigt wird. Eine im Zweifelsfall etwas stärkere Differenzierung empfiehlt sich besonders deshalb, weil nachträgliche Änderungen des Kontensystems weitreichende "Umbauarbeiten" am Modell nach sich zögen, während etwa Änderungen im Projektionssystem bei gegebenem Kontensystem in der Regel partiell durchgeführt werden können.

5. Kosten; einer zu starken Differenzierung steht ein erhöhter Arbeits- und Rechenaufwand gegenüber, ersterer vor allem im Bereich der Datengewinnung. Wenngleich sich die Kosten kaum quantifizieren lassen, ist beim Entwurf eines Modells auch immer daran zu denken, in welchem Verhältnis der Aufwand zum Nutzen steht.

Diese fünf Kriterien werden bei der Ableitung der Modellkonten aus den Positionen des aktienrechtlichen Schemas (siehe Abb. 30.2) zu Hilfe genommen. Die 46 Positionen des AktG werden zu 21 Konten verdichtet. Von einer

Ausnahme abgesehen (Handelswaren), erfolgen nur Zusammenziehungen. Den so geschaffenen Konten sind Kurzbezeichnungen und Nummern zugeordnet, die im weiteren Verwendung finden. Einige Erläuterungen zu den Zusammenfassungen:

1. Das Konto "Grundstücke und Gebäude" (GG) umfaßt neben den verschiedenen Grundstücksarten (Pos. A1 bis A4 bei den Sachanlagen) auch noch die ausstehenden Einlagen auf das Grundkapital, die nur der Vollständigkeit halber dazu genommen wurden, ohne im Unternehmen der Fallstudie Bedeutung zu besitzen. Eine Differenzierung der vier Grundstücksarten erschien bei dem angestrebten Aggregationsgrad des Modells nicht nötig.

2. Die Unterscheidung zwischen Maschinen/maschinelle Anlagen und Betriebs-/Geschäftsausstattung erweist sich gleichfalls als überflüssig, weshalb das gemeinsame Konto "Maschinen und Ausstattung" (MA) gebildet wird.

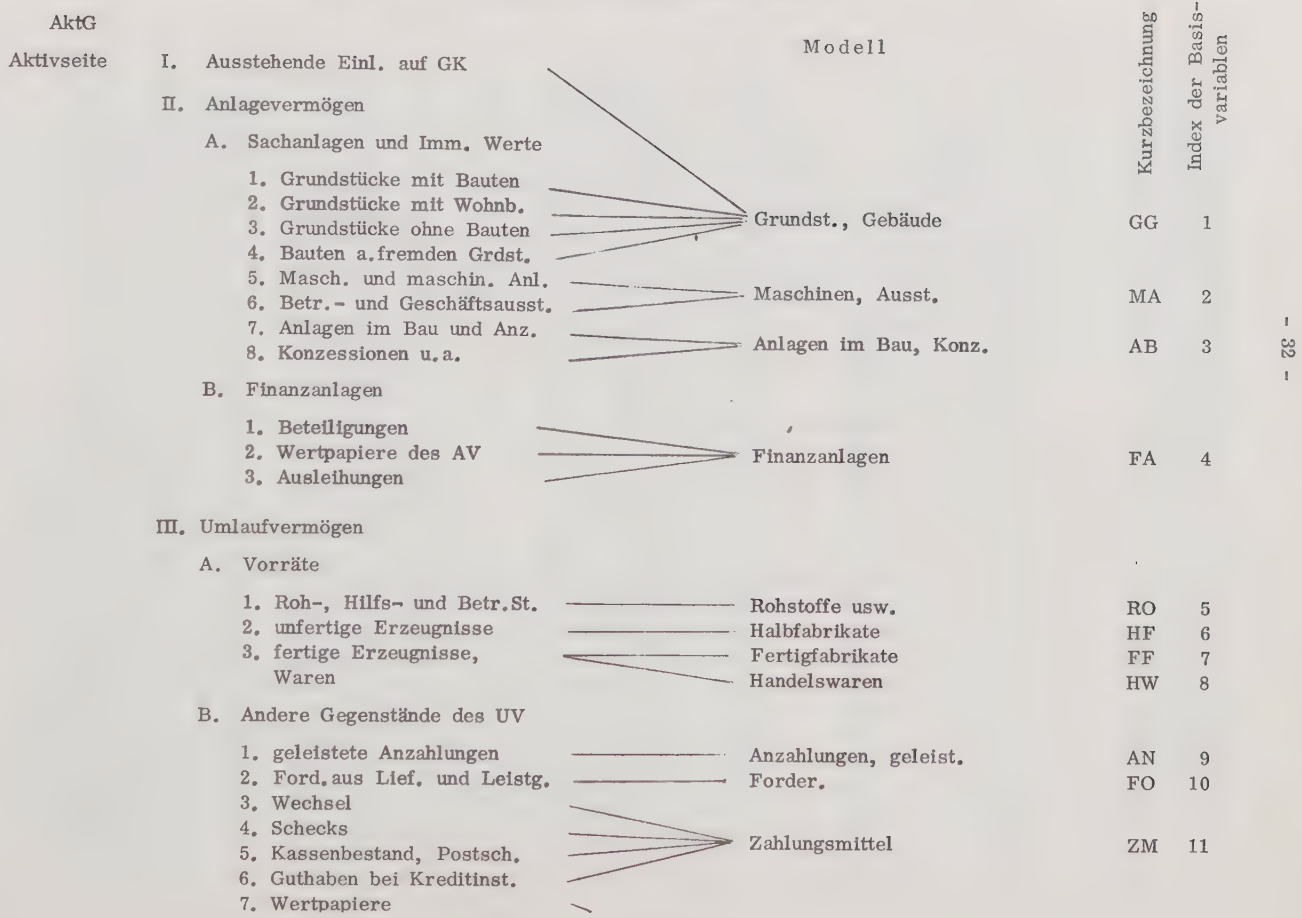
3. Anlagen im Bau und Anzahlungen auf im Bau befindliche Anlagen (AB) bilden zusammen mit den Konzessionen ein eigenes Konto. Damit sind die gesamten Sachanlagen in drei Positionen verdichtet, die eine Mindestgliederung darstellen: Eine weitere Zusammenfassung verbietet sich schon aus Gründen der unterschiedlichen Abschreibung.

4. Die Finanzanlagen (FA) werden nicht weiter differenziert.

5. Im Umlaufvermögen werden die Vorratspositionen: Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe (RO), Halbfabrikate (HF) und Fertigfabrikate (FF) übernommen, darüber hinaus wird für die Handelswaren (HW) wegen ihrer Bedeutung ein gesondertes Konto eingerichtet.

6. Bei den "anderen Gegenständen des Umlaufvermögens" finden zwei große Zusammenfassungen statt. Die Positionen: Wechsel, Schecks, Kassenbestand (inkl. Postscheck) sowie Bankguthaben ergeben das Konto "Zahlungsmittel" (ZM), die übrigen Positionen des aktienrechtlichen Schemas (7 bis 12) reduzieren sich auf das Konto "sonstiges Umlaufvermögen" (SU), in das auch die aktive Rechnungsabgrenzung mit übernommen wird.

Abb. 30.2: Kontensystem des Planungsmodells



	8. **eigene Aktien**			
	9. Anteile an eine herrsch.Ges.	sonstige UV	SU	12
	10. Ford. an verbund. Unt.			
	11. Ford. aus Krediten...			
	12. sonst. Verm'gegenstände			
	IV. Rechnungsabgrenzungsposten			
	V. Bilanzverlust			
Passivseite	I. Grundkapital			
	II. Offene Rücklagen	Eigenkapital	EK	13
	1. ges. Rücklagen			
	2. andere Rücklagen			
	III. Wertberichtigungen	Wertberichtigung	WB	14
	Sonderposten mit RL-Anteil			
	IV. Rückstellungen			
	1. Pensionsrückst.	Rückstellung.	RS	15
	2. andere Rückst.			
	V. Verbindlichkeiten, Laufz. ü. 4 J.			
	1. Anleihen			
	2. Verb. gegenüb. Kreditinst.	Langfr. Verb.	LV	16
	3. sonst. Verb.			
	VI. Andere Verb.			
	1. Verb. aus Lief. u.Leistg.	Verb. aus Lief.u.Leistg.	VL	17
	2. Verb. aus der Ann. gez. We.			
	3. Verb. gegenüber Kreditinst.	kurzfr. Verb.	KV	18
	4. erhaltene Anzahlungen	erhalt. Anz.	EA	19
	5. Verb. gegenüb. verb. Unt.			
	6. sonst. Verb.	sonst. Verb.	SV	20
	VII. RAP			
	VIII. Gewinn	Gewinn / Verlust	BG	21
		(Umbuchungskonto)	UK	22

7. Der Bilanzverlust ist im Sinne dieses Kontensystems keine eigene Position, vielmehr steckt er implizit im "Bilanzgewinn" (negatives Vorzeichen).

8. Bei den Passivkonten wird nicht zwischen Grundkapital und (offenen) Rücklagen unterschieden. Diese Unterscheidung ist rechtlicher Art und findet im vorliegenden Fall in der Planung keine Berücksichtigung; es kommt hier nur auf den Eigenkapitalcharakter an. Position I und II ergeben somit das Konto "Eigenkapital" (EK).

9. Die Wertberichtigungen (WB) bleiben selbständig erhalten. Ihnen werden auch die im Bilanzschema des AktG nicht enthaltenen "Sonderposten mit Rücklagenanteil" (§ 152,5 AktG) hinzugerechnet.

10. Den Großteil der Rückstellungen machen die Pensionsrückstellungen aus, neben denen die "anderen Rückstellungen" unbedeutend sind. Daher Zusammenfassung zu "Rückstellungen" (RS).

11. Die "Verbindlichkeiten mit einer Laufzeit von über 4 Jahren" werden nicht weiter unterteilt. Sie bilden das Konto "Langfristige Verbindlichkeiten" (LV).

12. Position VI, "andere Verbindlichkeiten", erfährt eine Vierteilung in: "Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen" (VL), "kurzfristige Verbindlichkeiten" (KV), "erhaltene Anzahlungen" (EA) und "sonstige Verbindlichkeiten" (SV), zu denen auch Position VII (Rechnungsabgrenzung passiv) zählt.

13. Der Bilanzgewinn (BG) wird zum Konto "Gewinn und Verlust", d.h. es erfüllt eine doppelte Funktion: Im Projektionssystem dient es als Erfolgskonto, im Fortschreibungssystem als Konto des Periodenerfolgs, der negativ oder positiv sein kann.

Zusammen mit dem oben schon erwähnten Umbuchungskonto (UK) sind auf diese Weise insgesamt 22 Konten definiert. Sie stellen die Basisbestandsvariablen des Modells dar.

302. Die Basisstromvariablen

Die Basisstromvariablen sind Elemente der Buchungsmatrix oder Strommatrix, so genannt, da ihre Elemente allesamt Stromgrößen sind. Mit der Definition des Kontensystems (d.h. der Basisbestandsvariablen) sind automatisch auch alle möglichen Basisstromvariablen determiniert, da sie ja durch die zweidimensionale Anordnung der Bestandsgrößen entstehen.

Die zentrale Stellung der Basisstromvariablen geht daraus hervor, daß sie gleichermaßen Komponenten der Fortschreibungsgleichungen im Fortschreibungssystem wie zu erklärende Größen und damit Gegenstand des Projektionssystems sind. Die Basisstromvariablen sind gewissermaßen die "größten" Stromvariablen, die das System der Fortschreibungsgleichungen zuläßt. Einer Zerlegung der Basisstromgrößen in kleinere Stromgrößen steht jedoch nichts im Wege, wenn dies etwa aus Gründen der Genauigkeit erforderlich wird. Im weiteren werden die Basisstromvariablen kurz als "Stromvariable" bezeichnet, wenn nicht eine deutliche Abhebung von anderen Stromgrößen die Verwendung der ausführlichen Bezeichnungsweise ratsam erscheinen läßt.

Von den n^2 möglichen (hier: $22^2 = 484$) Stromvariablen sind nicht alle sinnvoll bzw. brauchbar. Daher reduziert sich die Zahl der tatsächlich verwendeten Stromvariablen beträchtlich. Nicht sinnvoll sind, wie oben schon erwähnt, die Elemente der Hauptdiagonalen, d.h. alle s_{ij}, für die gilt: $i=j$. Während es hier formallogische Gründe sind, sprechen bei anderen Stromvariablen sachlogische Gründe gegen eine Verwendung. Beispielsweise wäre eine Buchung nach dem Buchungssatz: Rückstellung an Wertberichtigung unsinnig. Andere Kombinationen werden aus buchungstechnischen Gründen nicht gebraucht, so etwa: Rohstoffe an Zahlungsmittel. Hier wird nie direkt, sondern immer über den Umweg Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen gebucht. Das gleiche gilt für verkaufte Leistungen. Einen Überblick über die wichtigsten Stromgrößen bringt die Abb. 30.3 der Strommatrix des Planungsmodells.

SOLL \ HABEN	1 GG	2 MA	3 AB	4 FA	5 RO	6 HF	7 FF	8 HW	9 AN	10 FO
1 GG			fertig-gestellte Gebäude							
2 MA			fertig-gestellte Maschinen							
3 AB										
4 FA										
5 RO									angezahlt RO-Bezug	
6 HF										
7 FF										
8 HW										
9 AN										
10 FO										
11 ZM	Erlöse aus Verkäufen max. Buchwert			Verkauf FA						Einnahmen aus FO-Transform.
12 SU										
13 EK										
14 WB										
15 RS										
16 LV										
17 VL										
18 KV										
19 EA										
20 SV										
21 GV	Abgänge von Gegenwerten des Anlagevermögens				Materialaufwand	HF-Aufwand	FF-Aufwand	HW-Aufwand		
22 UK										

Abb. 30.3: Matrix der Stromgrößen (vgl. dazu Abschnitt 302)

11 ZM	12 SU	13 EK	14 WB	15 RS	16 LV	17 VL	18 KV	19 EA	20 SV	21 GV	22 UK
GG-Inv. Barzhlg.											
MA-Inv. Barzhlg.						Maschinen-Kauf (Ziel)				aktivierte Eigenleistungen	
Anzhlg. für Anl. in Bau											
Kauf von Wertpap. Beteiligg.											
Materialeinkauf bar						Materiel-Einkauf (Ziel)					
										HF-Zugang	
										FF-Zugang	
Kauf HW bar						Handelswarenkf. (Ziel)					
Anzahlg. Rohstoffe											
										Umsatz (Ziel)	
		Eigenkapitalerh.			Aufnahme LV		Aufnahme KV	Anzahlg. Umsatz		Ertragseinnahmen	
Gewinnausschüttg.											
Auflösg. Rückstellug											
Tilgung LV							Umschuldung LV - KV				
Bezahlung Zielkäufe											
Tilgung KV					Umschuldung KV - LV						
										Gewinn (ausgewiesen)	
Aufwandsausgaben			Pauschal-Wertberichtigg.	Rückstellug							Umbuchg Gewinn Vorper.
		Selbstfin. und Gewinnaus									

303. Die Basisperiode

Würde das Modell mit einer stetigen Zeitvariablen arbeiten, wäre eine Definition der Periodenlänge überflüssig; so aber erzwingt die Verwendung einer diskreten, äquidistanten Zeitvariablen eine Festlegung der Intervallänge, die als Basisperiode bezeichnet wird. Sie liefert die noch fehlende Zeitdimension für die Stromvariablen und gibt an, in welchen Zeitabständen die Fortschreibung der Bestandsgrößen erfolgt.

Bei der Entscheidung, welche Länge für die Basisperiode verwendet werden soll, sind u.a. folgende Überlegungen anzustellen:

1. Die Basisperiode ist die kleinste Zeiteinheit des Modells; je kürzer sie ist, desto höher ist der Informationswert des Modells, da sie dann die Entwicklung einer (Bestands-) Größe in entsprechend kurzen Zeitabständen zu verfolgen erlaubt (vgl. dazu 3, S. 85).

2. Mit der Kürze der Basisperiode steigt auch die Genauigkeit, mit der eine abhängige Variable als Funktion von unabhängigen Variablen erklärt werden kann, da sich die (praktisch) totale Interdependenz aller Größen mit kürzer werdender Einwirkungszeit auf immer weniger Größen reduziert. Beispiel: Multiplikatorprozesse, die durch Rückwirkungen einer beeinflußten Größe auf die beeinflussende(n) Größe(n) entstehen (Rückkopplung), lassen sich durch entsprechend kurze Intervalle in ein zeitliches Nacheinander auflösen. Die simultanen Abhängigkeiten werden aber nur dann vermieden, wenn die gewählte Periodenlänge kleiner ist als die Reaktionsdauer.

3. Je kürzer die Periodenlänge, desto schneller gehen Anpassungsvorgänge vonstatten. Ein typisches Phänomen dynamischer Modelle sind bekanntlich Schwingungen, die durch Ungleichgewichte und Störungen hervorgerufen werden können; kurze Periodenlängen erfordern hierbei einen geringeren Zeitbedarf zum Einschwingen in den neuen Gleichgewichtszustand als lange Perioden.

4. Den Vorzügen kurzer Perioden stehen aber auch Nachteile gegenüber.

Wählt man statt kurzer Perioden längere Intervalle, sinkt die benötigte Datenmenge (vgl. 13, S. 86) - ein bei der Lösung praktischer Probleme sehr bedeutsames Moment. Andrerseits treten aber große Schätzprobleme dann auf, wenn durch die längere Periode große simultane Gleichungssysteme entstehen, welche die bestehenden Wechselwirkungen widerspiegeln sollen. Das Problem der Schätzung der Koeffizienten taucht regelmäßig bei ökonometrischen Modellen auf. Dagegen werden bei langen Perioden die Ereignismassen größer, so daß sich Zufallsschwankungen stärker ausgleichen und die (Ausgangs-) Daten genauer werden (vgl. 13, S. 86).

5. Lange Perioden reduzieren die Rechenzeit des Simulationsmodells, weil der Planungshorizont mit weniger "Runden" erreicht wird. Dieser Vorteil wiegt besonders schwer, wenn sehr viele Variationen berechnet werden müssen.

6. Dem Vorteil der geringeren Interdependenz der Größen bei kurzen Perioden (Punkt 2) steht der Nachteil gegenüber, daß auch noch kurze time lags berücksichtigt werden müssen. Demgegenüber spielen kurze time lags bei langen Perioden keine (zumindest große) Rolle, da sie relativ zur Periodenlänge klein und daher zu vernachlässigen sind.

Die Wahl der "richtigen" Periodenlänge bedarf somit gründlicher Überlegung. Das Problem wird dadurch eingegrenzt, daß sich eine Obergrenze von einem Jahr stellt (Prognose-Jahresbilanzen) und daß die Untergrenze beim kleinsten, ökonomisch noch sinnvollen Intervall, dem Tag, liegt. Nicht ohne ein gewisses Maß an Willkür, doch unter Abwägung der Vor- und Nachteile wird für das Simulationsmodell als Periode ein Quartal gewählt, ein Zeitraum, der unter den zur Wahl stehenden Längen: Monat, Quartal, Halbjahr und Jahr für die Zwecke des Modells am besten geeignet erscheint.

304. Die Planungsperiode

Die Planungsperiode ist der Zeitraum, den die Planung überstreicht. Sie beginnt im Planungszeitpunkt und endet mit dem Planungshorizont (vgl. 72, S. 53). Mit der Festlegung des Planungshorizontes ist deshalb auch die Länge der Planungsperiode bestimmt; Planungsperiode und Basisperiode determinieren die Zahl der Zyklen, d.h. sie geben an, wie oft Projektions- und Fortschreibungssystem nacheinander durchlaufen werden müssen, bis der Planungshorizont erreicht ist.

Im Vergleich zu analytischen Modellen ist das Simulationsmodell von der Konstruktion her in der Lage, "aus sich selbst heraus" für jede Stromvariable (endogene Variable) eine unendlich lange Zeitreihe zu projizieren. Es stellt sich daher die Frage, bis zu welcher Länge der Planungsperiode die Projektionen noch sinnvoll sind bzw. wovon die Festsetzung einer praktisch brauchbaren Planungsperiodenlänge abhängt.

In der Literatur werden zur Bestimmung der Planungsperiode folgende Gesichtspunkte angeführt (vgl. 23, S. 20):

- die Planungsperiode muß mindestens so lang sein, wie die Konsequenzen der Entscheidungen reichen, die aufgrund der Modellergebnisse getroffen werden;
- die Planungsperiode soll nicht zu groß sein, damit die Prognosen nicht zu unsicher werden.

Der erste Punkt soll dazu dienen, die Untergrenze abzuschätzen; der praktischen Anwendung steht jedoch entgegen, daß die Konsequenzen strategischer Entscheidungen - um solche handelt es sich gerade bei Totalmodellen wie diesem - praktisch bis ins unendliche reichen. Bleibt also noch die Obergrenze, die im Punkt zwei angesprochen wird.

Auch die darin ausgesprochene Empfehlung hilft nicht weiter, da nicht gesagt werden kann, inwieweit Prognosen unsicher sein dürfen, damit sie noch akzeptiert werden können. Gerade bei mittel- bis langfristigen Planungs- und Prognosemodellen dürfen keine zu großen Erwartungen an die Genauigkeit gestellt

werden. Die Genauigkeit der Prognosen hängt nämlich nicht allein von der Genauigkeit der dazu verwendeten Daten ab, die unsicher sind, sondern auch von der Struktur des Modells, die ebenfalls unsicher ist. Mithin kommt es nicht so sehr auf die absolute, als auf die relative Genauigkeit an, d.h. auf die Projektion typischer Entwicklungen, Konsequenzen oder Wechselwirkungen.

Aus den genannten Überlegungen heraus wird eine lange Planungsperiode gewählt, die 10 Jahre betragen soll. Soweit man Projektionen über diesen Zeitraum für nicht mehr aussagekräftig genug hält, kann man sich auch mit einer kürzeren Periode bescheiden. In vielen Fällen legen aber auch modelltechnische Gründe eine lange Laufzeit nahe, etwa um zu verfolgen, ob sich gewisse Schwankungen stabilisieren oder zu stärker werdenden Ungleichgewichten führen.

Es versteht sich von selbst, daß diese Planungsperiode relativ vom Planungszeitpunkt aus gemessen wird und sich weiter in die Zukunft schiebt, wenn der Planungszeitpunkt vorrückt - beispielsweise bei jährlich neu aufgelegten Mittel- und Langfristplanungen (sogenannte rollierende Planung).

Mit der Definition der Bestands- und Stromgrößen sowie der zeitlichen Dimension ist die Grundlage geschaffen für den nächsten Modellbaustein, das Projektionssystem. Ebenso wie in der volkswirtschaftlichen Theorie - ausgehend von der Ex-post-Darstellung des wirtschaftlichen Kreislaufs in Form der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung - eine Ex-ante-Betrachtung in Form von ökonometrischen Modellen versucht wird, soll in dem vorliegenden Unternehmensmodell die Ex-post-Darstellung des betrieblichen Wertekreislaufs im Rechnungswesen dienlich sein für eine Ex-ante-Analyse des künftigen Geschehens.

31. Das Projektionssystem

Dem Projektionssystem kommt die Aufgabe zu, die Basisstromvariablen zu fixieren, was mit Hilfe von Projektionsgleichungen geschieht. In jeder Projektionsgleichung ist die Stromvariable eine Funktion von Strom- und Bestands-

größen der gleichen oder früherer Perioden - dadurch findet eine zeitliche Verkettung aller Variablen statt. Sind sämtliche Stromvariablen einer Periode projiziert, können mit Hilfe der Fortschreibungsgleichungen die Bestandsgrößen auf den neuesten Stand gebracht werden. Damit ist eine Periode abgeschlossen, das System rückt eine Periode vor und beginnt mit der Bewertung der Stromgrößen der darauffolgenden Periode. Der Zyklus wird solange durchlaufen, bis der Planungshorizont erreicht ist.

Im Mittelpunkt des Geschehens stehen somit die Stromvariablen, die bereits im Fortschreibungssystem identifiziert worden sind. Alle betrieblichen Aktivitäten, die sich im Rechnungswesen des Unternehmens einfangen lassen, schlagen sich auch in den Basisstromvariablen des Modells nieder. Dies ist der Grundgedanke und der Ansatzpunkt des ganzen Simulationsmodells. Die Bestandsgrößen interessieren hierbei nur noch am Rande, da sie durch die Fortschreibung laufend weiterentwickelt werden.

Das eigentliche Problem jedoch ist, die Ströme einer Periode funktional in Abhängigkeit von Variablen der gleichen und der vergangenen Perioden zu bringen. Dabei gilt es, so weit wie möglich kausale Abhängigkeiten zu finden und auf deskriptive Relationen zu verzichten. Die kausalen Beziehungen liegen nicht offen zutage, weshalb sie als Hypothesen durch "gedankliche Ursachenkorrelation" (45, S. 258) aufgedeckt und durch empirische Tests erhärtet werden müssen.

Kausale Relationen müssen auf alle Fälle den Zeitaspekt berücksichtigen. Gerade dem dynamischen Aspekt betrieblicher Prozesse wurde in der Vergangenheit wenig Beachtung geschenkt. Mit Recht weist Edin (13, S. 22) darauf hin, daß betriebswirtschaftliche Veröffentlichungen "vielfach der statischen Betrachtungsweise verhaftet" bleiben. Ebenso hat Langen (39, S. 2307) seine Bedenken gegen die Statik geäußert.

In statischen Modellen beziehen sich die Werte der Variablen alle auf den gleichen Zeitraum, es existieren keine intertemporalen Abhängigkeiten

(59, S. 264). Statische Modelle vermögen allein quantitative Beziehungen zwischen Variablen wiederzugeben, die entweder unendlich schnell oder innerhalb eines bestimmten Zeitraums ablaufen. Beide Versionen werden aber der Wirklichkeit nicht gerecht, in der periodenüberschreitende Wirkungen vorherrschend sind.

Zu der Realitätsferne statischer Modelle tritt außerdem noch ihr Unvermögen, Prognosezwecken zu dienen. Weder läßt sich mit ihnen ein Vorgang rückwärts von der Zukunft in die Gegenwart, noch vorwärts von der Gegenwart in die Zukunft verfolgen; es fehlen einfach die Sukzessions- oder Verlaufsgesetze, welche die zeitlichen Verzögerungen zwischen Ursache und Wirkung enthalten (vgl. dazu 13, S. 26 und 67, S. 53). In dynamischen Modellen hingegen erlauben diese dynamischen "Gesetze", aus "gegenwärtigen und vergangenen, d.h. bereits realisierten Antecedenzbedingungen noch nicht realisierte, zukünftige Wirkungen vorherzusagen" (13, S. 26).

Ein Prognose- oder Projektionsmodell kann daher nur ein dynamisches Modell sein. In systemtheoretischer Betrachtungsweise stehen die Variablen dieses Modells für Inputs und Outputs, wobei die Inputs irgendwelche Zugänge, die Outputs irgendwelche Abgänge eines Systems verkörpern, das die Umwandlung von Inputs in Outputs vornimmt (siehe Abb. 31.1).

Abb. 31.1: Input-Output-System (nach Edin, 13, S. 29)

Mathematisch wird die quantitative und zeitliche Transformation von Inputzeitreihen in Outputzeitreihen durch sogenannte Übergangs- (oder auch: System-) funktionen beschrieben, welche die allgemeine Struktur aufweisen (vgl. 13, S. 39):

$$(31\text{-}1) \qquad y_t = f(x_{t-1}, \ldots, x_{t-n}) \qquad t = 1, \ldots, T$$

Zumeist - und im vorliegenden Modell ausschließlich - handelt es sich um lineare Funktionen der Art

$$(31\text{-}2) \qquad y_t = \sum_{i=0}^{n} x_{t-i} \cdot a_i \qquad t = 1, \ldots, T$$

deren Parameter a_i das zeitliche Verhalten des Systems bestimmen. In bestimmten Fällen treten auch "beschränkt-lineare" Funktionen auf (vgl. 13, S. 50), die gewisse Obergrenzen (OG) oder Untergrenzen (UG) enthalten, z.B.

$$(31\text{-}3) \qquad y_t = \min \left(OG, \sum_{i=0}^{n} x_{t-i}\ a_i\right)$$

$$y_t = \max \left(UG, \sum_{i=0}^{n} x_{t-i}\ a_i\right)$$

Da die Übergangsfunktion der wichtigste Funktionstyp der Projektionsgleichungen ist, wird im weiteren noch auf einige Sonderfälle eingegangen. Wenn eine Stromgröße A (Abstrom) in Periode t mit einer anderen Stromgröße Z (Zustrom) der Vorperiode identisch ist, stellt sich die Input-Output-Beziehung wie folgt dar

$$(31\text{-}4) \qquad A_t = Z_{t-1}$$

Der Input Z erscheint hier mit einer zeitlichen Verzögerung (time lag, Phasenverschiebung) von genau einer Periode (hier: Basisperiode) als Output A. Beträgt der time lag nun weniger als eine Periode, dann wird aus (31-4)

$$(31\text{-}5) \qquad A_t = \alpha\, Z_{t-1} + (1-\alpha)\, Z_t \qquad 0 \leq \alpha \leq 1$$

Der Faktor α drückt hierin explizit den time lag aus. Die Grenzfälle in (31-5) sind $\alpha = 0$ und $\alpha = 1$: im ersten Fall liegt keine Phasenverschiebung vor, d.h. das System hat eine unendliche Reaktionszeit (statischer Fall); für $\alpha = 1$ hingegen erhalten wir wieder (31-4), die Phasenverschiebung macht genau eine Periode aus.

Falls der time lag größer als eine Periode wird, reicht die Verknüpfung der Inputvariablen nicht nur über zwei, sondern über drei und mehr Perioden. Beispielsweise ergibt sich für $1 \leq \alpha \leq 2$ und $\beta = \alpha - 1$:

(31-6) $A_t = \beta Z_{t-2} + (1-\beta) Z_{t-1}$

bzw. $A_t = \beta_2 Z_{t-2} + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_0 Z_t$

Für noch längere time lags reichen die Inputzeitreihen entsprechend weiter zurück. Dabei gilt die "Nachbarschaftsbedingung"

$$\beta_i + \beta_{i+1} = 1$$

immer nur dann, wenn die Transformation des Inputs in den Output verlustfrei erfolgt. Trifft diese Voraussetzung nicht zu, beträgt die Summe der Faktoren weniger als eins. Lassen wir die Annahme einer gleichmäßigen Verzögerung aller Elemente eines Stromes (Einzelereignisse) fallen, so kommt man wieder zu der allgemeinen linearen Übergangsfunktion der Gleichung (31-1), bei der die Elemente zeitlich nach einer "Verweilzeitverteilung" verzögert sind (vgl. dazu 13, S. 160).

Es versteht sich, daß das (Einfach-) System der Abb. 31.1 noch dadurch erweitert werden kann, daß ihm mehrere Inputs und/oder mehrere Outputs zugeordnet werden (Mehrfachsystem; siehe 61, S. 114). Außerdem lassen sich Gruppen von Systemen untersuchen, die auf verschiedene Weise miteinander zu einem Systemnetz verbunden sind (siehe 13, S. 64). Zwei wichtige Grundbeziehungen sind die Reihenkopplung und die Rückkopplung. Bei der Reihenkopplung wird der Output des vorgelagerten Systems zum Input des nachgelagerten Systems. Beispiele dafür werden sich im güterwirtschaftlichen Bereich finden. Der andere wichtige Grundtyp, die Rückkopplung, zeichnet sich dadurch aus, daß zwar auch der Output des einen Systems zum Input des anderen wird, dessen Output aber wiederum (wenn auch evtl. nur teilweise) dem ersten System als Input zufließt.

Nach diesen formalen Betrachtungen stellt sich die Frage, was hier konkret

unter System zu verstehen ist. Die ganze Unternehmung kann zwar als ein System betrachtet werden, was hier aber interessiert, sind die Beziehungen zwischen den Untersystemen. Im Industriebetrieb ist z.B. der Produktionsbereich ein derartiges Untersystem. Was das Modell betrifft, kann auch jedes Konto als ein System aufgefaßt werden; Input und Output dieses Systems sind die Kontenbewegungen, und der Zustand des Systems drückt sich in der Höhe des Kontostandes aus.

Für das Verständnis des Zusammenwirkens von Projektions- und Fortschreibungssystem ist es notwendig, die Zusammenhänge zwischen Zuständen und Bewegungen (den Bestands- und Stromgrößen) darzustellen. Durch Umstellen von (30-4) zeigt sich, daß

$$(31\text{-}7) \qquad b_i^{neu} - b_i^{alt} = \sum_{j=1}^{n} (s_{ij} - s_{ji}) \qquad \text{für alle } i$$

$$\Delta b_i = \Delta s_i$$

d.h. die Änderung des Bestandes ist immer gleich der Differenz von Zu- und Abstrom, von Input und Output. Daraus läßt sich der bekannte Schluß ziehen, daß von Bestandsänderungen nie auf das Volumen der dahinter stehenden Ströme geschlossen werden kann: Große wie auch kleine Inputs und Outputs können dieselbe Änderung des Bestandes bewirken.

Unterstellen wir in (31-7) eine funktionale Beziehung zwischen Zustrom und Abstrom nach der Übergangsfunktion (31-5), kann die Bestandsänderung, wie sich leicht zeigen läßt, allein als Funktion des Zustroms formuliert werden:

$$(31\text{-}8) \qquad \Delta b_i = \alpha \cdot z_i .$$

Hieraus ersehen wir, daß unter Zugrundelegung des Systemverhaltens nach einer Übergangsfunktion nur dann eine Bestandsänderung eintritt, wenn $\alpha > 0$ ist; für $\alpha = 1$ erhöht (senkt) sich der Bestand gerade um die Differenz zweier aufeinanderfolgender Inputs. Nimmt α dagegen den Wert null an, so erfolgt keine Bestandsänderung mehr: Jedes Element des Zustroms ist gleichzeitig

Element des Abstroms, d.h. die Elemente passieren das System unendlich schnell, sie werden daher auch nicht "Bestand". Es ist der statische Grenzfall erreicht.

Das Ergebnis von (31-8) resultierte daraus, daß der Abstrom als eine Funktion des Zustroms betrachtet worden war. Statt dessen können wir aber auch den Endbestand als eine Funktion des Zustroms ausdrücken, was zum gleichen Ergebnis führt. Es gelte (AB = Anfangsbestand, EB = Endbestand):

(31-9) $EB_t = \lambda \cdot Z_t$ und

(31-10) $AB_t = EB_{t-1} = \lambda \cdot Z_{t-1}$; daraus

(31-11) $EB_t - AB_t = \Delta B = \lambda Z_t - \lambda Z_{t-1} = \lambda \cdot \Delta Z$

Beide Fälle haben für die Formulierung der Projektionsgleichungen praktische Bedeutung. Daß auch in der zweiten Version direkt die Übergangsfunktion (31-6) dahintersteckt, kann durch Einsetzen von (31-9) und (31-10) in die allgemeine Fortschreibungsgleichung: AB + Z - A = EB nachgewiesen werden.

Die praktische Bedeutung des bestandsorientierten Zustroms läßt sich erkennen, wenn wir in (31-9) und (31-11) den Faktor λ freistellen:

(31-12) $\lambda = EB/Z = \Delta B/\Delta Z$ (Menge/(Menge/Zeit) = Zeit)

Der Faktor für den time lag erhält damit noch eine weitere Bedeutung, und zwar als Maß für die durchschnittliche (oder auch marginale) Lagerdauer (bzw. was gleichbedeutend ist, als Maß für die Lagerreichweite). Sein reziproker Wert ist der Lagerumschlagskoeffizient k.

(31-13) $k = 1/\lambda = Z/EB = \Delta Z/\Delta EB$ (1/Zeit)

Dieser Koeffizient gibt das Verhältnis von Strom- zu Bestandsgröße an, während bei der Lagerreichweite umgekehrtes gilt. Gegenüber der Interpretation von λ als Time-lag-Koeffizient darf der gleiche Koeffizient bei der Interpretation als Lagerdauer auch Werte größer eins annehmen.

Wenn hier von "Lager" die Rede war, ist selbstverständlich nicht nur das

physische Lager gemeint. So, wie sich ein Konto als System interpretieren läßt, kann man es auch als nominelles oder abstraktes Lager ansehen. Die "Lagerdauer" von künftigen Einzahlungen etwa erweist sich unter diesem Blickwinkel als die durchschnittliche Dauer der Transformation von Forderungen in Einzahlungen. Aus der Erkenntnis heraus, daß die zeitlichen Verwerfungen es sind, welche die Bestandserhöhungen hervorrufen, wird auch klar, wo die Ursachen der Kapitalbindung liegen. Gutenberg weist auf die besondere Bedeutung des Faktors Zeit hin, ohne den es z.B. keine Kapitalbindung gäbe (19, S. 6).

Mit diesem kurzen Überblick über das Verhältnis der Ströme untereinander und der Ströme und Bestände unter besonderer Berücksichtigung der Dimension Zeit sind allgemeine Grundzüge der Projektionsgleichungen beschrieben worden. In den folgenden Unterabschnitten sollen die Projektionsgleichungen nun konkretisiert werden.

Zur Bezeichnungsweise ist anzumerken, daß so weit wie möglich die Variablennamen des FORTRAN-Programms (siehe Anhang) verwendet werden, um zwei parallele Bezeichnungen zu vermeiden. In der FORTRAN-Sprache können die Variablennamen bis zu sechs Buchstaben umfassen, zwischen denen selbstverständlich kein Malzeichen zu lesen ist. Dagegen wird im allgemeinen nicht die Indizierungsweise von FORTRAN übernommen, welche den Index in Klammern nach den Variablennamen stellt; eine Ausnahme hiervon bilden lediglich die Basisbestands- und Basisstromvariablen, bei denen diese Schreibweise lesbarer ist. Weiter wurden Zeitindizes immer dann weggelassen, wenn Mißverständnisse ausgeschlossen sind; sofern bei einer Variablen ein an sich vorhandener Zeitindex fehlt, ist also die laufende Periode zu lesen.

310. Beschaffung

3100. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Fremdleistungen

Eine Differenzierung in verschiedene Materialarten wird wegen des hohen Aggregationsgrades nicht vorgenommen, wäre aber bei einem weiteren Ausbau

anzustreben. Selbst dann ließe sich eine Aggregation der vielen hundert in einem Industriebetrieb befindlichen Materialarten zu einigen Gruppen nicht umgehen. Für die mit diesem Modell verfolgten Zwecke genügt zunächst eine Globalbetrachtung des Materialeinkaufs.

Die Beschaffung steht am Anfang des durch die Unternehmung fließenden Güterstroms. Ausgangspunkt für eine Strukturierung des Einkaufs ist der Verbrauch, der von der Produktion ausgeht. Durch Umstellen der Definitionsgleichung

(3100-1) $\quad MLB_t + u_t - v_t = MLB_{t+1}$

MLB - Materiallagerbestand
u_t - Einkaufsmenge in Periode t
v_t - Bedarfsmenge in Periode t

erhalten wir die einzukaufende Menge zu

(3100-2) $\quad u_t = MLB_{t+1} - MLB_t + v_t$

Die Variablen u und v stehen für eine fiktive Lager- oder Materialmengeneinheit, die dem Materialanteil des (im Abschnitt 311 definierten) fiktiven Produkts entspricht; die Lagereinheit läßt sich daher auch als "Materialpäckchen" auffassen, in dem das gesamte, für die erwähnte Produkteinheit benötigte Material erhalten ist. Der Zweck dieser Definition besteht darin, eine Mengenkomponente für die wertmäßige Lagerbewegung zu erhalten, welche bei der späteren Einbeziehung von Preisänderungen unentbehrlich ist. Würden wir uns hier auf feste, unveränderliche Preise beschränken, so könnte auf die Mengenkomponente verzichtet werden.

Die einzukaufende Menge u_t setzt sich, wie aus (3100-2) hervorgeht, aus der verbrauchten Menge v_t und der Bestandserhöhung $MLB_{t+1} - MLB_t$ zusammen. Es stellt sich die Frage, wovon die Bestandserhöhung abhängt, oder, da der Anfangsbestand bekannt ist (durch Fortschreibung), wie der Endbestand errechnet wird. Zur Berechnung führen wir die Lagerreichweite ein, die wie folgt definiert ist:

(3100-3) $\alpha = MLB_{t+1} / v_t$; daraus

(3100-4) $MLB_{t+1} = \alpha \, v_t$

In vorstehender Gleichung ist der Endbestand eine Funktion des Lagerabstroms; dies spiegelt eine ganz bestimmte Verhaltensweise wider, nämlich das Bestreben, den Endbestand in einem gewissen Verhältnis zum Abgang zu halten. Während der Faktor in (3100-3) lediglich eine definitorische Größe ist, drückt er in (3100-4) eine bestimmte Lagerpolitik aus. Das bedeutet aber: Soweit α empirisch ermittelt wird, stellt dieser Wert die tatsächliche Lagerreichweite dar; wenn α hingegen eine Sollgröße ist, kommt ihr ein normativer Charakter zu. In diesem Fall wird die Lagerreichweite zu einer Entscheidungsvariablen, die, wenn auch innerhalb recht enger Grenzen, variiert werden kann.

Wir setzen (3100-4) in (3100-2) ein und erhalten

(3100-5) $u_t = \alpha v_t - MLB_t + v_t = (1 + \alpha) v_t - MLB_t$

Diese "Einkaufsfunktion" ist prinzipiell brauchbar für das Modell, gestattet sie doch, Periode für Periode den Einkauf in Abhängigkeit vom Verbrauch und von der Lagerreichweite zu bestimmen; sie hat jedoch den Nachteil, daß zu Beginn der Simulation der tatsächliche Lageranfangsbestand (also der Bestand zum Planungszeitpunkt) sich dann störend bemerkbar macht, wenn er selbst nicht dem durch (3100-3) fixierten Verhältnis entspricht. M.a.W.: Wie hoch auch immer der Bestand zum Planungszeitpunkt ist, der erste durch das Modell errechnete Endbestand wird über (3100-5) - unter Umständen schlagartig - auf die durch (3100-4) festgelegte Höhe gebracht.

Die davon ausgehenden Störungen und Anpassungsprozesse sind nicht nur im Modell unerwünscht, sondern auch unrealistisch. Dem Anpassungseffekt kann nicht etwa dadurch begegnet werden, daß in den Startbedingungen ein passender Wert gewählt wird; die Verfälschungen wären dadurch noch gravierender. Statt dessen kann jedoch der Perioden-Anfangsbestand und damit auch der Anfangsbestand zu Simulationsbeginn gemäß (3100-4) selbst als eine Funktion des Verbrauchs formuliert werden:

(3100-6) $MLB_t = \alpha v_{t-1}$

wodurch sich der Materialeinkauf allein als Funktion der Lagerreichweite und der Verbrauchsmengen (= Ströme) zweier aufeinanderfolgender Perioden darstellt:

(3100-7) $u_t = (1 + \alpha) v_t - \alpha v_{t-1} = v_t + \alpha(v_t - v_{t-1})$

Schließlich muß auch noch der Fall ausgeschlossen werden, daß negative Bestellmengen auftreten, d.h. es muß gelten

(3100-8) $u_t = \max (v_t + \alpha(v_t - v_{t-1}); 0)$

Wie man sieht, weist (3100-7) die Struktur einer Übergangsfunktion auf, die aber nicht, wie in (31-9), auf einem Endbestand als Funktion des Zustroms, sondern auf einem Endbestand als Funktion des Abstroms beruht. Die Folge davon ist eine umgekehrte Kausalität: Nicht der Abstrom ist eine Funktion des Zustroms, sondern der Zustrom ist eine Funktion des Abstroms. Damit verbunden ist auch eine Umkehrung des Vorzeichens beim Time-lag-Koeffizienten α.

Mit der Bewertung der Einkaufsmenge erhalten wir den wertmäßigen Lagerzugang, der dem Konto 5 (Rohstoffe) gutgeschrieben wird; zugleich wird das Konto 17 (Verbindlichkeiten aus Lieferungen) belastet, da keine unmittelbare Bezahlung erfolgt. Buchungsmäßig schlägt sich daher der Materialeinkauf in der nachfolgenden Projektionsgleichung nieder:

(3100-9) $S(5,17)_t = MKS \cdot u_t$

MKS - Materialkostensatz (je St.)

Die Stromvariable S (5,17) trägt, wie schon beschrieben, vier Informationen: Wieviel (Wert), wann (Periode, Index t) dem Sollkonto (erster Index in der Klammer) gutgeschrieben und das Habenkonto (zweiter Index in der Klammer) belastet worden ist. Die Indizes der Konten sind der besseren Lesbarkeit wegen wie bei FORTRAN in Klammern gesetzt worden.

Nicht berücksichtigt ist in diesem Teilmodell des Einkaufs die Beschaffungszeit. Dies kommt der Annahme gleich, daß der Materialeinkauf einer künftigen Periode richtig abgeschätzt und damit die Bestellung rechtzeitig ausgelöst werden kann. Sollte sich die Beschaffungszeit (ein time lag) als eine wesentliche Komponente herausstellen, so kann wie folgt vorgegangen werden: Der Materialbedarf der künftigen Perioden, für die in der laufenden Periode bestellt werden muß, wird mit Hilfe von Prognosefunktionen geschätzt (Methode der exponentiellen Glättung). Zusammen mit den Bestellungen, die unterwegs sind bzw. in den kommenden Perioden eingetroffen sein werden, kann das Volumen der Bestellung der laufenden Periode berechnet werden.

3101. Handelswaren

Handelswaren sind Güter, die vom Markt bezogen und - z.B. zur Abrundung des Produktions- und Verkaufsprogramms - wieder veräußert werden, ohne in den Produktionsbereich zur Weiterverarbeitung zu gelangen. Der Ertrag aus ihrem Verkauf zählt folglich nicht zum betrieblichen Ertrag und wird daher als außerordentlicher Ertrag registriert. Ein vom Umsatz getrennter Ausweis empfiehlt sich indes schon aus Gründen der Klarheit.

Der Durchlauf der Handelswaren wird nach der Bruttomethode dergestalt verfolgt, daß Aufwand und Ertrag unsaldiert über das G+V-Konto laufen. Als Aufwand erscheint die verkaufte Menge, bewertet zu Einstandspreisen. Die Funktion der Handelswaren läßt schon auf einen engen Zusammenhang mit dem Umsatz betrieblicher Erzeugnisse schließen, weshalb von der Hypothese ausgegangen wird:

(3101-1) $S(21,8) = AHWU \cdot UMS$

$S(21,8)$ - Aufwand Handelsw., Einstpr.
AHWU - Anteil HW am Umsatz
UMS - Umsatz (betr. Erzeugn.)

Ganz analog zu der Einkaufsfunktion des Materials (3100-7) läßt sich die Einkaufsfunktion der Handelswaren mit einer Übergangsfunktion darstellen,

die für den Vorlauf der eingekauften gegenüber den abgesetzten Mengen sorgt:

(3101-2) $S(8,17) = S(21,8) + \lambda (S(21,8) - S(21,8)_{t-1})$

$S(8,17)$ - Zielkauf Handelswaren
λ - Lagerreichweite HW (time lag)

Die Transformation der Zielkäufe $S(5,17)$ und $S(8,17)$ in Auszahlungen wird weiter unten (Abschnitt 3161) dargestellt, ebenfalls der Verkauf der Handelswaren (3160-7).

3102. Faktor Arbeit

Der Faktor Arbeit beeinflußt gleichermaßen die Kosten, den Aufwand und die Ausgaben. Als Kostenart geht die Arbeit teils in die Einzel-, teils in die Gemeinkosten ein. Als Aufwands- und Ausgabenposten wird sie erfolgs- und liquiditätswirksam. Wenngleich genau genommen keine exakte Übereinstimmung zwischen den Kosten, dem Aufwand und den Ausgaben besteht, ist hier die Gleichsetzung dieser Wertdimensionen im Hinblick auf die Genauigkeit des Modells zu vertreten. Ansonsten wird zwischen Ausgaben und Aufwand deutlich unterschieden, während eine Differenzierung zwischen Kosten und Aufwand grundsätzlich nicht vorgenommen werden wird (siehe Abschnitt 3160).

Die Einzelkosten des Faktors Arbeit drücken sich in den Fertigungslöhnen aus:

(3102-1) $FL = FLS \cdot A$

Hierin steht der Fertigungslohnsatz (FLS) für die durchschnittlichen direkten Kosten einer Fertigungsstunde; die Gesamtheit der Fertigungsstunden (Standardarbeitsstunden in der Fertigung) sei mit A bezeichnet. - Zu den Einzelkosten treten die Gemeinkosten, in die sämtliche übrige Personalkosten eingehen, wie: Löhne und Gehälter in Verwaltung und Vertrieb, soziale Abgaben, Aufwendungen für Altersversorgung und Unterstützung. Wegen der Nichtberücksichtigung kalkulatorischer Kosten handelt es sich dabei wieder nur um aufwandsgleiche Kosten, für die folgende Hypothese gilt:

(3102-2) PERSGK = PGKS • A

PERSGK - Personalgemeinkosten
PGKS - Personalgemeinkostensatz

Dabei werden die Gemeinkosten wegen ihrer Abhängigkeit wie variable Kosten behandelt, eine Hypothese, die sicherlich nicht kurzfristig gültig ist; in mittel- bis langfristiger Sicht kann aber bekanntlich immer weniger von fixen Kosten gesprochen werden. Auf diese Abgrenzungsprobleme wird weiter unten (Abschnitt 3160) noch ausführlicher eingegangen. Eine weitere, implizite Annahme läuft darauf hinaus, daß das Verhältnis von Einzel- und Gemeinkosten konstant ist. Diese unterstellte Proportionalität von Einzel- und Gemeinkosten entspricht im wesentlichen der Behauptung, die Personalkosten in Produktion und Verwaltung würden sich im gleichen Verhältnis entwickeln.

Der fixe Charakter der PERSGK (und auch teilweise der FL) macht sich nur dann bemerkbar, wenn A rückläufig sein sollte. Die hier angesprochene Kostenremanenz ist mehr das Problem eines Schrumpfungs-, nicht aber eines Wachstumsmodells. Grundsätzlich ist das vorliegende Modell als Wachstumsmodell konzipiert, eine Erweiterung zu einem Schrumpfungsmodell soll nur in groben Zügen skizziert werden (Abschnitt 321).

311. Produktion

Wegen seiner Komplexität stellt der Bereich der Produktion ein großes Problem bei der Modellierung dar. Einerseits müßte er aufgrund seiner Bedeutung möglichst umfassend im Modell abgebildet werden, andererseits steht dem, gemessen an den Schwierigkeiten und am angestrebten Aggregationsgrad, ein recht hoher Aufwand gegenüber. Die Modellierung des Produktionssektors kann sich daher nur darauf beschränken, die wichtigsten Wirkungen auf und Verflechtungen mit den anderen Teilbereichen wiederzugeben und die Vorgänge im Innern unberücksichtigt zu lassen.

Diese Überlegungen führen dazu, den Produktionsbereich als ein einziges System aufzufassen, das selbst nicht näher untersucht wird, dessen Beziehungen mit den übrigen Systemen aber möglichst gut, wenn auch global, in mengenmäßiger, wertmäßiger und zeitlicher Hinsicht wiedergegeben werden soll. Die Modellierung der Vorgänge im Innern des als black box behandelten Produktionssystems ist mehr die Aufgabe von taktisch orientierten Teilmodellen.

Der mengenmäßige Input des Produktionssystems setzt sich aus der Menge der angefangenen, der mengenmäßige Output aus der Menge der fertigen Produkteinheiten zusammen. Begonnene Produkte bestehen noch aus unbearbeitetem Rohmaterial und anderen, vom Materiallager gelieferten Teilen, die gewissermaßen an der Schwelle der Produktion stehen. Als Fertigprodukte gelten alle Einheiten, die das Fertigfabrikatelager erreicht haben. Eine Konsequenz der Behandlung des Produktionsbereiches als ein System, dessen Innenstruktur nicht näher analysiert wird, ist, daß alle Zwischenstufen vom Anfangs- bis zum Endprodukt, also die Halbfabrikate, mengenmäßig nicht explizit erfaßt werden. Dies stellt keinen Nachteil dar, da in einem mittel- bis langfristigen Modell dafür ohnehin kein Informationsbedürfnis besteht; gleichwohl werden die Halbfabrikate wertmäßig festgehalten, wie weiter unten gezeigt wird.

Eine weitere Vereinfachung wird dadurch erzielt, daß die vielen Produktarten des Produktionsprogramms zu einem einzigen, fiktiven Produkt zusammengefaßt werden. Dadurch begibt man sich zwar der Möglichkeit, das Produktionsprogramm explizit als Entscheidungsvariable in das Modell einzuführen, angesichts der finanzwirtschaftlichen Orientierung ist diese Vereinfachung jedoch zu vertreten.

Die noch fehlende Zeitdimension - die Produktionsdauer - wird durch den Time-lag-Faktor β, $1 \leq \beta \leq 2$, eingeführt und der Produktionsprozeß kann durch die Übergangsfunktion ($\beta' = \beta - 1$)

(311-1) $$y_t = \beta' x_{t-2} + (1 - \beta') x_{t-1}; \quad \text{bzw.}$$
$$y_t = (\beta - 1) x_{t-2} + (2 - \beta) x_{t-1}$$

beschrieben werden. Darin stehen y für den Mengen-Output (Anzahl der Fertigprodukte) und x für den Mengen-Input (Anzahl der Anfangsprodukte). Wieviele Einheiten in den Produktionsprozeß eintreten, hängt von der Kapazität ab. Als einheitliches Kapazitätsmaß in der Produktion werden die Arbeitsstunden, genauer die Standardarbeitsstunden, gewählt, die einer Periode zur Verfügung stehen.

Bei der angenommenen Produktionsdauer von ein bis zwei Perioden verteilt sich diese Kapazität auf die in einer Periode vorhandenen Erzeugnisse unterschiedlichen Reifegrades: Es befinden sich nebeneinander Produkte in Fertigung, die zwei Perioden vor der laufenden begonnen worden sind, solche, die in der Vorperiode begonnen worden sind und schließlich Einheiten, deren Startzeitpunkt in der laufenden Periode liegt. Die Kapazitätsbedingung lautet daher

$$(311\text{-}2) \qquad \sigma_1 \text{APS}.x_t + \sigma_2 \text{APS}.x_{t-1} + \sigma_3 \text{APS}.x_{t-2} = A_t$$

wobei gilt $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 1$

APS - Arbeitszeit pro Stück
A - Periodenkapazität in Arb.std.
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - Kapazitätsaufteilungskoeff.

Die Kapazitätsaufteilungskoeffizienten geben hierin an, welcher Anteil der Kapazität auf die Produkte eines bestimmten Anfangszeitpunktes entfällt. Bei gleichmäßiger Verteilung der Arbeitszeit je Einheit über die gesamte Produktionsdauer ergäben sich die Aufteilungskoeffizienten, wie gezeigt werden kann, allein als Funktion der Produktionsdauer. Tatsächlich weichen die σ-Werte aber mehr oder weniger davon ab, je nachdem wie unregelmäßig die Arbeitszeit sich über die Produktionszeit verteilt.

Die gesuchte Anzahl der in der laufenden Periode begonnenen Einheiten hängt von der Restkapazität ab, die nach Abzug der für die Weiterbearbeitung bzw. Fertigstellung der früher begonnenen Produkte von der Periodenkapazität verbleibt. Wir erhalten aus (311-2) durch Umstellen

$$(311\text{-}3) \qquad x_t = (A_t - \sigma_2 \text{APS}.x_{t-1} - \sigma_3 \text{APS}.x_{t-2}) / \sigma_1 . \text{APS}$$

Der Frage, wie hoch die Periodenkapazität A ist, wird bei der Behandlung der Investition nachgegangen. Die Produktionsfunktion (311-1) ist damit erklärt, sie liefert das Mengengerüst für die nun folgende Bewertung.

Für das Verständnis des Werteflusses durch die Produktion und seiner Strukturierung ist es von Vorteil, sich die Produktion als ein System vorzustellen, dessen Input sich wertmäßig aus Einzelkosten (Materialkosten und Fertigungslöhnen) und Gemeinkosten zusammensetzt und dessen Output aus dem Wert der fertigen Erzeugnisse besteht. Abgebildet wird dieses System und damit der ganze Produktionsprozeß im Konto "Halbfabrikate", weshalb sich die Produktion in diesem Sinne auch als ein Halbfabrikatelager vorstellen läßt. Im Gegensatz zum aktuellen Halbfabrikatelager umfaßt dieses fiktive Halbfabrikatelager sowohl die Produktionsdauer als auch die eigentliche Lagerdauer der Halbfabrikate. Die Vorgänge im Innern bleiben, wie schon erwähnt, unstrukturiert.

Der Produktion (dem fiktiven, buchhalterischen Halbfabrikatelager) vorgelagert ist das Lager für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe (abgebildet durch das Konto "Rohstoffe"), nachgelagert das Lager der Fertigfabrikate (Konto "Fertigfabrikate"); der Güterdurchfluß ist hiermit auf die Systemkette der Abbildung 31.2 reduziert, die nur aus den drei genannten Lägern besteht.

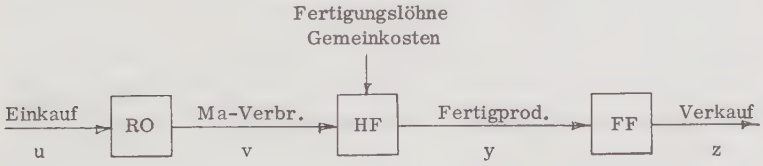


Abb. 31.2: Systemkette des Güterstroms

Der Input des RO-Lagers ist der Materialeinkauf einer Periode nach (3101-9), der Output der Materialverbrauch (siehe unten), der zugleich als Input dem Halbfabrikatelager zufließt. Materialverbrauch und Fertigungslöhne ergeben die Einzelkosten der Produktion, die zusammen mit den Gemeinkosten den

gesamten Input des HF-Lagers ausmachen. Die Reihenkopplung setzt sich fort mit dem Output des HF-Lagers, der in vollem Umfang zum Input des Fertigfabrikatelagers wird. Mit dem Verkauf der Enderzeugnisse endet der Güterstrom, der sich nun in Forderungen (312-9) umwandelt.

Wenn hier und im weiteren von "Kosten" die Rede ist, so sind damit nur die aufwandgleichen Kosten gemeint; Zusatzkosten gehören der kalkulatorischen Sphäre an, die hier ausgeklammert bleibt. Zweck der Bewertung der Mengen ist in diesem Zusammenhang die Ermittlung des Periodenerfolgs, wobei nur die Wertdimensionen "Aufwand" und "Ertrag" eine Rolle spielen. Da außerdem noch steuerliche Gesichtspunkte beachtet werden müssen, sind streng genommen auch die aufwandsgleichen Kosten noch nicht die gesuchten Werte, weil steuerlich nur der Anteil der abzugsfähigen Betriebsausgaben relevant ist (siehe dazu 70, S. 280).

Da die Unterschiede zwischen den Aufwendungen und den abzugsfähigen Betriebsausgaben praktisch gering sind, wird eine derartige Differenzierung im weiteren nicht vorgenommen. Berücksichtigt wird allerdings, daß Fertigungs- und Materialgemeinkosten aktivierungspflichtig sind(vgl. dazu im einzelnen 70, S. 267).

Ebenso, wie sich die Arbeitszeit je Einheit über die ganze Produktionsdauer hin verteilt, fällt auch der Materialverbrauch (Materialkosten, Materialaufwand) nicht auf einmal, sondern zu verschiedenen Zeitpunkten an. Daher entstehen die Materialkosten einer Periode aus der Summe des Materialverbrauchs der Produkte verschiedenen Reifegrades; die Mengenkomponente ist hierbei:

(311-4) $$v_t = \varphi_1 x_t + \varphi_2 x_{t-1} + \varphi_3 x_{t-2}$$

wobei gilt $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 1$

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ - Materialverteilungskoeffizienten

Durch Bewerten dieser Mengenkomponente mit dem Materialkostensatz (MKS) erhalten wir den wertmäßigen Materialverbrauch:

(311-5) $MKS \cdot v_t = \varphi_1 MKS \cdot x_t + \varphi_2 MKS \cdot x_{t-1} + \varphi_3 MKS \cdot x_{t-2}$

Die Projektionsgleichung für den Materialaufwand einer Periode lautet daher:

(311-6) $S(21,5) = MKS \cdot v_t$

In den Materialkosten je Stück enthalten ist ein durchschnittlicher Ausschußanteil. Die Materialverteilungskoeffizienten (φ) erfüllen die gleiche Funktion wie die Kapazitätsaufteilungskoeffizienten, indem sie der Tatsache Rechnung tragen, daß auf eine begonnene Einheit nicht sofort das gesamte Material einer fertigen Einheit entfällt. Die Stromvariable "Materialaufwand" ist Komponente der Produktions-Einzelkosten, die im folgenden erläutert werden.

Durch Bewerten der Mengenvariablen A mit dem Fertigungslohnsatz FLS gewinnen wir die zweite Einzelkostenart, die Fertigungslöhne (FL):

(311-7) $FL = FLS \cdot A$

Sie ergeben zusammen mit den Materialkosten die Einzelkosten der Produktion (EKP)

(311-8) $EKP = S(21,5) + FL$

Der wertmäßige Input umfaßt weiterhin die Produktionsgemeinkosten, die sich aus den Fertigungs-, Material- und Entwicklungsgemeinkosten zusammensetzen; sie sind nach dem Steuergesetz aktivierungspflichtig und müssen deshalb zur richtigen Ermittlung des steuerpflichtigen Gewinns mit einbezogen werden. Eine Diskussion darüber, ob dies wirtschaftlich sinnvoll ist oder nicht, erübrigt sich deshalb. Zur Berechnung dieser Gemeinkostenarten soll nicht der Weg der Zuschlagskalkulation beschritten werden, bei der die Gemeinkosten mit Hilfe von Zuschlagssätzen auf der Basis der Einzelkosten ermittelt werden. Diese Methode wäre allenfalls für ein kurzfristiges (Budgetierungs-) Modell geeignet, nicht aber für ein längerfristiges Modell. Der Grund liegt einmal in der bekannt mangelhaften Eignung von Wertgrößen als Zuschlagsbasis, zum anderen in der problematischen Gewinnung der Zuschlagssätze in künftigen Perioden.

Statt dessen wird der viel einfachere und dabei auch zuverlässigere Weg gewählt, die Gemeinkosten der Produktion - Material-, Fertigungs- und Entwicklungsgemeinkosten - als einen Teil der gesamten Gemeinkosten zu bestimmen, welche daneben noch die Vertriebs- und Verwaltungsgemeinkosten beinhalten. Dabei wird jedoch die Kostenstellenrechnung umgangen und der Block der Gemeinkosten als Summe der Gemeinkostenarten errechnet. Die Produktionsgemeinkosten erhalten wir als einen Teil des Gemeinkostenblocks:

(311-9) $$GKP = ASGK \cdot GK$$

GKP - Produktionsgemeinkosten
ASGK - Gemeinkosten-Aufteilungssatz
GK - Gemeinkostenblock

Die Herleitung des Gemeinkostenblocks erfolgt an anderer Stelle (3160-5). Zusammen mit den Einzelkosten der Produktion ergeben die Gemeinkosten der Produktion die Herstellkosten, die mit dem Input des Produktionssystems (des fiktiven Halbfabrikatelagers) identisch sind; der Produktionsinput ist zugleich erfolgswirksam (Bestandserhöhung zählt als Ertrag), so daß die Herstellkosten wie folgt verbucht werden können:

(311-10) $$S(6,21) = EKP + GKP$$

Der Abgang (Output) des Halbfabrikatelagers ist hingegen Aufwand (Bestandsverringerung). Die Mengenkomponente des Outputs ist die Anzahl der fertigen Einheiten nach (311-1), die durch Bewertung mit einer noch näher zu erläuternden Wertkomponente den wertmäßigen Abstrom liefern in Höhe von:

(311-11) $$S(21,6) = \frac{S(6,21)}{x_t} y_t$$

Die Differenz aus Zustrom (311-10) und Abstrom (311-11) entspricht der Netto-Bestandserhöhung, die aufgrund der Verbuchung über das G+V-Konto automatisch erfolgswirksam ist. Wie schon aus (311-11) zu sehen ist, kommt es zu einer Netto-Bestandserhöhung nur dann, wenn $x \neq y$, ein Fall, der sich allein bei dynamischer Formulierung des Produktionsprozesses einstellen kann.

An dieser Stelle sei noch einmal der Sinn der Einführung eines fiktiven Halb-

fabrikatelagers dargelegt, das die Produktion repräsentiert: Wir kümmern uns nicht um die vielen Zwischenstadien, die ein Produkt in der Produktion durchläuft, wir interessieren uns auch nicht, wann es sich im (tatsächlichen) Halbfabrikatelager befindet. Mangels entsprechenden Mengenvariablen können wir auch nicht angeben, wieviele Einheiten welches Reifestadium erreicht haben. Relevant ist hier allein der (wertmäßige) Bestand an Halbfabrikaten (bzw. die Bestandsänderung), den wir aus den wertmäßigen Zu- und Abströmen errechnen können. Die das (fiktive) Halbfabrikatelager verlassenden Einheiten haben den Produktionsprozeß vollständig durchlaufen und gelten als Fertigfabrikate. Durch diese Annahmen gelingt es, den Produktionsprozeß in seiner mengenmäßigen, wertmäßigen und zeitlichen Dimension auf einfache Weise, d.h. mit einem geringen Formulierungsaufwand, abzubilden.

Der Abstrom vom Halbfabrikatelager (der Produktionsertrag), Gleichung (311-11), ist identisch mit dem Zustrom zum Fertigfabrikatelager; buchhalterisch zählt die Vermehrung der Fertigfabrikate als Ertrag, wodurch sich ergibt:

(311-12) $\quad S(7,21) = S(21,6)$

In gleicher Weise wie bei den Halbfabrikaten führt die Saldierung dieses Zustroms mit dem Abstrom des Fertigfabrikatelagers (Verkauf; siehe Abschnitt 312) zu Netto-Bestandsänderungen, die automatisch erfolgswirksam sind.

Die Bewertung der fertiggestellten Einheiten y in Gleichung (311-11) bedarf noch einer Begründung. Wie man leicht sieht, entspricht die Wertkomponente $(S(6,21)/x_t$ dem durchschnittlichen Wert einer Inputeinheit derselben Periode, was auf eine Bewertung mit dem Tageswert (LIFO-Bewertung) hinausläuft. Statt der LIFO-Bewertung kann auch die Methode der Durchschnittsbewertung verwendet werden, wie sie aus (312-3) hervorgeht.

Der Zusammenhang der mit der Produktion verbundenen Mengen- und Wertströme mit den übrigen Teilbereichen (Modellteilen) kann dem Flußgrafen der Abb. 31.6 (S.117) entnommen werden. Zu den impliziten und expliziten

Prämissen der Strukturierung der Produktion sind an dieser Stelle noch einige Anmerkungen nötig.

Die Betrachtung der ganzen Produktion als ein einziges System, von dem allein die Außenbeziehungen in wertmäßiger und zeitlicher Hinsicht untersucht werden, erspart die sehr komplizierte Strukturierung der Vorgänge im Inneren. Selbst bei einfacher Modellierung müßten statt einer Produktionsstufe und einer Kapazitätsschranke mehrere Produktionsstufen und mehrere Kapazitätsschranken berücksichtigt werden. Wenn nun außerdem noch der Mehrproduktfall eingeführt wird, tauchen große Schwierigkeiten auf, wie sie sich etwa an den Produktionsflußmodellen EDINs (13, S. 114) ablesen lassen. Dabei wäre das vorliegende Teilmodell prinzipiell auch auf den Mehrproduktfall erweiterungsfähig, ohne daß das Produktionssystem im Innern strukturiert werden müßte. Die Frage ist nur, ob es gelingt, auch die Konsequenzen von Änderungen etwa des Produktionsprogramms oder der Produktionstechnik in hinreichender Genauigkeit abzubilden, denn nur dann empfiehlt sich nämlich eine weitergehende Detaillierung. Im jetzigen Ausbaustadium des Modells kann diese Frage noch nicht positiv beantwortet werden.

Da im vorliegenden Fall primär die finanzwirtschaftliche Seite von Interesse ist, die Erzeugnisse alle einen ähnlichen Produktionsprozeß durchlaufen, einen langen Lebenszyklus aufweisen und zudem der Umsatz je Arbeitsstunde bei jeder Produktart im wesentlichen gleich ist, glaubt der Verfasser, die gemachten Vereinfachungen vertreten zu können. Das fiktive Produkt, auf das sich das Produktionsprogramm reduziert, wird als eine Einheit definiert, auf die 1000 Arbeitsstunden entfallen. Anstelle des fiktiven Produkts wäre auch die Wahl eines Referenzproduktes möglich.

Ein Problem besonderer Art stellt im vorliegenden Ansatz die Wahl des Anfangszeitpunktes eines Produkts dar, d.h. die Definition des Produktionsbeginns. Da dies ein Schätzproblem der Produktionsdauer ist, wird darauf bei der Datengewinnung zurückzukommen sein.

312. Absatz

Die Input/Output-Kette, deren Beginn im Materiallager liegt und die über das fiktive Halbfabrikatelager zum Fertigfabrikatelager reicht, findet ihre Fortsetzung im Absatzbereich bei der marktlichen Verwertung der Erzeugnisse. Dabei wird der Güter- in einen Geldstrom umgewandelt.

Im Unternehmen der Studie liegt keine auftragsabhängige Produktion vor, was bedeutet, daß im Prinzip auf Lager produziert wird. Fragen, welche die Abhängigkeit der Produktion von Kundenaufträgen angehen, bleiben damit ebenso außer Betracht wie Probleme der Saisonalität.

Die abzusetzende Menge wird - von Absatzgrenzen sei zunächst abgesehen - durch die produzierte Menge bestimmt. Hinzu kommt, ähnlich den Verhältnissen im Materiallager, daß ein bestimmter Bestand im Fertigfabrikatelager angestrebt wird. Formal liegt damit wieder ein bestandsorientierter Zustrom des Typs (31-9) vor. Den mengenmäßigen Abstrom, d.h. die Anzahl der in einer Periode verkauften Erzeugnisse, gewinnen wir aus der Übergangsfunktion

(312-1) $$z_t = \gamma y_{t-1} + (1 - \gamma) y_t$$

z_t - Anzahl der verkauften Einh. in t
y - Anzahl der produzierten Einheiten
γ - Entscheidungsvariable des Bestands
(= Lagerreichweite FF-Lager)

Der Time-lag-Koeffizient γ tritt hierin als Entscheidungsvariable in Erscheinung, deren Festlegung die durchschnittliche Lagerdauer der Fertigerzeugnisse und auf diese Weise auch den gewünschten Bestand bewirkt. Für $\gamma = 0$ beträgt z.B. auch die Lagerdauer null, es kommt zu keinerlei Bestandsänderungen, der Bestand zum Planungszeitpunkt würde unverändert beibehalten werden. Ein Wert von eins bedeutet, daß der time lag zwischen Produktion und Verkauf genau eine Periode beträgt, d.h. die verkaufte Menge einer Periode entspricht der produzierten Menge der Vorperiode.

Der Verkauf der Endprodukte schlägt sich im Rechnungswesen dadurch nieder, daß Verkaufskonten belastet und Fertigfabrikatekonten erkannt werden. Auf das Modell übertragen bedeutet das, daß der wertmäßige Abstrom des Fertigfabrikatelagers als Aufwand registriert wird; da kein Konto "Verkauf" vorhanden ist, tritt der Ertrag hauptsächlich im Zustrom zu den Forderungen in Erscheinung. Die Mengenkomponente von Zustrom und Abstrom ist die gleiche, nämlich z, während die Bewertung auf Aufwands- und Ertragsseite verschieden ist.

Wie schon beim Halbfabrikatelager wird die das Fertigfabrikatelager verlassende Einheit mit dem durchschnittlichen Wert einer eintretenden Einheit bewertet, also mit $S(7,21)/y$. Multipliziert mit der Menge der verkauften Endprodukte erhalten wir den Fertigfabrikateaufwand einer Periode:

$$(312\text{-}2) \qquad S(21,7) = \frac{S(7,21)}{y_t} z_t$$

Die Differenz aus Fertigfabrikatezugang und Fertigfabrikateabgang, also aus $S(7,21)$ und $S(21,7)$, ergibt die Nettobestandsmehrung, die voll erfolgswirksam ist. Dieser sich in der Lagerbestandserhöhung niederschlagende Ertrag wird automatisch als solcher erfaßt, da, wie schon die Adressierung der Ströme erkennen läßt, Zu- und Abstrom über das G+V-Konto laufen.

Der oben für die abgehenden Einheiten verwendete Bewertungsmodus läuft auf eine LIFO-Bewertung hinaus, die sich - gegenüber der gleichfalls anwendbaren Durchschnittsbewertung - durch ihre Einfachheit auszeichnet. Soll die Bewertung zu Durchschnittskosten erfolgen, so muß die Mengenkomponente mitgeführt werden. Aus (312-2) wird dann (FLB steht für den mengenmäßigen Fertigfabrikatelagerbestand):

$$(312\text{-}3) \qquad S(21,7) = \frac{B(7)_{t-1} + S(7,21)_t}{FLB_{t-1} + y_t} z_t$$

Den durch den Verkauf der Erzeugnisse erzielten Ertrag erhalten wir durch Bewerten der Mengenvariablen z mit dem Verkaufspreis der fiktiven Produkte; daraus entsteht der Umsatz der Periode t

(312-4) $UMS_t = PP_t \cdot z_t$

PP - Produktpreis (Entscheidungsvariable)

Der Produktpreis kann über die gesamte Planungsperiode konstant gehalten oder für jede Teilperiode individuell gewählt werden. Im zweiten Fall wird aus der Entscheidungsvariablen ein Entscheidungsvektor:

(312-5) $\underline{PP} = (PP_1, \ldots, PP_t, \ldots, PP_T)$

Dieser dynamischen Form einer Entscheidungsvariablen werden wir noch öfter begegnen.

Zwar wird der Umsatz nach (312-4) voll erfolgswirksam, d.h. er zählt als Ertrag der Periode t, er wird aber nicht auch in gleicher Höhe in derselben Periode liquiditätswirksam. Schuld daran sind die Zahlungsbedingungen des Unternehmens und das Zahlungsgebaren der Kunden, die zu einer zeitlichen Verwerfung von Ertrag und Einzahlung führen.

Die Zahlungsbedingungen unterscheiden sich danach, ob der Kunde sich im Inland oder Ausland befindet. Für Inlandskunden gilt in der Industrie allgemein die Kondition: Drei Monate vor Fakturierung (bzw. Auslieferung) ist das erste Drittel, bei Auslieferung ein weiteres Drittel und nach einem Monat Ziel das restliche Drittel des Rechnungsbetrages fällig. Bei Auslandskunden gilt im Gegensatz dazu generell ein Zahlungsziel von einem Monat (dies hängt von der speziellen Vertriebsform ab).

Das tatsächliche Zahlungsgebaren der Kunden führt indessen teilweise zu früheren, teilweise zu späteren Rechnungsbegleichungen. Buchungstechnisch wird die zeitliche Divergenz zwischen Ertrag und Einzahlung wie folgt bewältigt. Die Anzahlungen einer Periode richten sich nach dem geplanten Umsatz der folgenden Periode:

(312-6) $S(11,19) = ANSU \cdot UMS^{*}_{t+1}$

$S(11,19)$ - Erhaltene Anzahlungen
ANSU - Anzahlungssatz Umsatz
UMS^{*}_{t+1} - Umsatzprognose für t+1

Der Umsatz der kommenden Periode läßt sich in der laufenden Periode noch nicht aus den Gleichungen des Modells selbst "vorausberechnen", da hierzu u.a. A_{t+1} benötigt wird, welches selbst erst Ergebnis der laufenden Periode ist (über die Bestimmung der Wachstumsrate, s. Abschnitt 313). An diesem Beispiel ist recht schön der sukzessive Berechnungsmechanismus der Simulation zu erkennen. Als Ausweg bietet sich an, den Umsatz der kommenden Periode mit Hilfe der Methode der exponentiellen Glättung zu prognostizieren. Dabei ist der Prognosewert die Summe aus dem gewichteten realisierten und gewichteten prognostizierten Wert der laufenden Periode:

(312-7) $$UMS^{*}_{t+1} = \alpha\, UMS_t + (1-\alpha)\, UMS^{*}_{t}$$

UMS^{*}_{t} - alter Prognosewert

α - Gewichtungsfaktor

So, wie in der laufenden Periode Anzahlungen für den Umsatz der nächsten geleistet werden, sind auch in der Vorperiode Anzahlungen für den Umsatz der Jetztperiode eingegangen. Diese "angezahlten Umsätze", die schon in der Vorperiode liquiditätswirksam, in der laufenden aber erst erfolgswirksam sind, belaufen sich auf

(312-8) $$S(19,21)_t = S(11,19)_{t-1}$$

Der nach Abzug des angezahlten Umsatzes vom Gesamtumsatz verbleibende Teil wird schließlich als Zugang zu den Forderungen gebucht, gleichgültig, ob die Bezahlung sofort oder später erfolgt:

(312-9) $$S(10,21) = UMS - S(19,21)$$

Die Transformation der Forderungen in Einzahlungen, welche das Zahlungsgebaren der Kunden widerspiegelt, wird im Abschnitt Finanzierung (3161) untersucht.

Zusammenfassend gesagt schlägt sich der Absatzbereich erfolgsmäßig in den beiden Ertragskomponenten S(10,21) und S(19,21) und liquiditätsmäßig in der Forderungstransformation S(11,10) und der Anzahlung S(11,19) nieder.

Soweit die buchungstechnische Seite des Absatzes. Bisher wurde von der Annahme ausgegangen, das Unternehmen produziere für den anonymen Markt, die Produktion wäre also nicht auftragsabhängig, sondern kapazitätsabhängig. Diese Annahme hätte zur Konsequenz, daß das Unternehmenswachstum letztlich eine Frage der Finanzierung wäre, welche über das Volumen der Kapitalzuführung die Investition (siehe Abschnitt 313) und damit die Kapazität bestimmt. Tatsächlich gehen aber von der Marktseite sowohl mengenmäßige wie auch wertmäßige Beschränkungen aus: Grenzen des Absatzes und Grenzen der Preisstellung.

Die Einbeziehung der Marktseite in das Unternehmensmodell erfordert ein eigenes Marktmodell als Untermodell, das den künftigen Umsatz in Abhängigkeit von der Marktsituation bzw. der gesamtwirtschaftlichen Lage sowie der unternehmenspolitischen Entscheidungen zu prognostizieren erlaubt. Die Entwicklung eines derartigen Marktmodells ist eine Aufgabe für sich und würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Daher soll nur in Umrissen die Vorgehensweise skizziert werden.

Als brauchbar hat es sich erwiesen, das Marktpotential (den Branchenumsatz) in Abhängigkeit von einem geeigneten Indikator (z.B. Bruttosozialprodukt) zu projizieren, um dann vom Marktpotential über den Marktanteil auf das Umsatzpotential des Unternehmens zurückzurechnen (71, S. 20 und S. 213). Ein auf diese Weise ermittelter langfristiger Wachstumstrend kann sodann anschließend mit einer Schwingung überlagert werden, die den Konjunkturzyklus repräsentiert (so auch bei Bonini, 9, S. 68).

Im einfachsten Fall kann sich als Ergebnis der Absatzprojektion eine Absatzobergrenze (AG) ergeben, die mit einer bestimmten Wachstumsrate wächst:

(312-10) $$AG_t = (1 + AWR)\, AG_{t-1}$$

AWR - Absatzwachstumsrate

Beim Erreichen dieser Absatzgrenze werden Maßnahmen ausgelöst, wie sie beispielsweise in Abschnitt 341 beschrieben werden.

313. Investition

Investitionen werden - das legt schon die Konteneinteilung nahe - vorgenommen bei Grundstücken und Gebäuden (GG) und Maschinen/maschinelle Anlagen (MA). Hinzu kommen noch die selbsterstellten, aktivierungspflichtigen Anlagen, so daß wir drei verschiedene Investitionsarten zu unterscheiden haben.

3130. Investition in bewegliches Anlagevermögen

Zur Bestimmung der Investition wird eine Investitionsfunktion aufgestellt, die den Zusammenhang zwischen dem Investitionsvolumen und den sie bestimmenden Größen angeben soll. Diese Funktion ist quasi eine mikroökonomische Investitionsfunktion, die jedoch keine Allgemeingültigkeit beansprucht, sondern auf die Zwecke des Modells zugeschnitten ist.

Ausgangspunkt der Überlegungen zur Konstruktion einer Investitionsfunktion ist, daß eine Änderung des investierten Kapitals unter bestimmten Voraussetzungen proportional ist den Kapazitätsänderungen. Wie schon in der Produktion, so wird auch hier als Kapazitätsmaß die Zahl der Standardarbeitsstunden einer Periode verwendet. Da die Änderung des Kapitalstocks nichts anderes ist als die Nettoinvestition NINV, können wir schreiben

(3130-1) $\quad NINV \sim \Delta A$

Setzen wir für $\Delta A = W.A$, wobei W für die Wachstumsrate der Kapazität steht, und führen einen Proportionalitätsfaktor EIS ein, so wird aus (3130-1)

(3130-2) $\quad NINV = EIS.W.A$

EIS - Erweiterungsinvestitionssatz
W - Kapazitätswachstumsrate

Die Proportionalitätskonstante EIS läßt sich leicht deuten als Kostensatz je zusätzlicher Arbeitsstunde pro Periode. Um die gesamten Investitionen INV einer Periode zu erhalten, müssen noch die Abschreibungen sowie die Anlagenabgänge (siehe 314), also die Desinvestitionen, hinzugerechnet werden

(3130-3) INV = NINV + DESINV = DESINV + EIS.W.A.

Da die Desinvestitionen (die hier gleich den Reinvestitionen gesetzt werden) endogen, also durch das Modell selbst, bestimmt werden (s. Abschnitt 314), hängen die Investitionen in bewegliches Anlagevermögen nur noch von der Kapazitätswachstumsrate ab. Diese kann selbst wieder - je nach Fragestellung bzw. Anwendung des Modells - exogen oder endogen festgelegt werden.

Bei der exogenen Festlegung der Wachstumsrate nimmt diese den Charakter einer Entscheidungsvariablen an. Dabei werden mögliche Beschränkungen (etwa auf finanzieller Seite) zunächst außer acht gelassen, da es nur darauf ankommt, den Investitionsmechanismus darzustellen; auf die entstehende Wechselwirkung wird später noch einzugehen sein. Die allgemeine Investitionsfunktion (3130-3) wird zu

(3130-4) $INV = DESINV + EIS.W_{exogen} \cdot A$

Soll die Entscheidungsvariable nicht über die ganze Planungsperiode hinweg konstant bleiben, so kann sie zu einem Entscheidungsvektor erweitert werden, der für jede Periode des Planungszeitraums die gewünschte Kapazitätswachstumsrate angibt:

(3130-5) $\underline{W}_{exogen} = (W_{exogen,1}, \ldots, W_{exogen,t}, \ldots, W_{exogen,T})$

Im Gegensatz zur exogenen Wachstumsrate wird die endogene Wachstumsrate "intern" errechnet. Das Ergebnis hängt dabei von allen Restriktionen ab, die darauf Einfluß nehmen. In erster Linie handelt es sich um die Liquiditätsbedingung, in der sich indirekt auch die finanziellen Restriktionen niederschlagen. Auf diese Weise wird die Liquidität zum eigentlichen Steuerungsinstrument der Investitionen.

Aber auch die Umkehrung ist richtig: Die Liquidität wird vom Investitionsvolumen hergestellt bzw. gesichert. Technisch geschieht dies mit Hilfe eines Regelkreises, der ebenso wie die Liquidität in Abschnitt 3166 beschrieben wird.

Deshalb wird hier nur das Resultat wiedergegeben, nämlich das die Liquiditätsrestriktion erfüllende Investitionsvolumen LINV. Aus (3130-3) erhalten wir durch Einsetzen von LINV die endogene Wachstumsrate:

(3130-6) $W_{endogen} = (LINV - DESINV) / EIS.A$

Aus Gründen, die im Abschnitt über die Liquidität angeführt werden, muß diese exogene Wachstumsrate noch geglättet werden. Die endgültige Wachstumsrate darf außerdem nicht negativ werden, weil sonst aus dem Wachstum eine Schrumpfung würde; da Schrumpfungsprozesse nicht eine bloße Umkehrung von Wachstumsprozessen sind, wird dieser Fall vorerst ausgeschlossen. Die im Modell weiter verwendete, geglättete endogene Kapazitätswachstumsrate $WG'_{endogen}$ aus (3166-6)

(3130-7) $WG_{endogen} = \max (WG'_{endogen}, 0)$

ermöglicht nun, das tatsächliche, zur Gänze aus dem Modell errechnete Investitionsvolumen analog (3130-4) zu bestimmen:

(3130-8) $INV = DESINV + EIS.WG_{endogen} \cdot A$

Aufgrund der Glättung sowie der beschränkt linearen Formulierung wird zwar die Liquiditätsrestriktion nicht mehr strikt eingehalten, was sich allerdings nur vorübergehend bemerkbar macht. Zahlungsdefizite oder -überschüsse werden jedoch automatisch in die nächste Periode übernommen, wodurch sich ein tendenzieller Ausgleich einstellt.

Gleichgültig, auf welche Weise die Kapazitätswachstumsrate errechnet worden ist, die Kapazität der folgenden Periode erhöht sich auf

(3130-9) $A_{t+1} = (1 + W) A_t$

W - Wachstumsrate der Kapazität (exogen oder endogen)

Hierbei wird die implizite Annahme gemacht, daß der time lag zwischen Vornahme der Erweiterungsinvestition und dem kapazitativen Wirksamwerden eine Periode beträgt. Eine hiervon abweichende zeitliche Verzögerung kann leicht

durch eine explizite Einfügung des time lags berücksichtigt werden. Mit (3130-9) ist die Verbindung zwischen Investition und Produktion hergestellt (Steuerung des Wachstums der Produktionskapazität über Investitionen).

Bevor die buchungsmäßigen Konsequenzen der Investition in bewegliches Anlagevermögen untersucht werden, sei zuvor noch zu den Annahmen der Investitionsfunktion des Grundtyps (3130-3) Stellung genommen. Die Proportionalitätsannahme in (3130-1) trifft nur unter bestimmten Voraussetzungen zu. Dazu zählt etwa die Prämisse, daß sich im Zeitablauf keine Substitutionen zwischen Kapital und Arbeit einstellen sowie die Annahme, daß sich die sog. Arbeitsproduktivität nicht ändert. Beide Voraussetzungen sind in der Realität praktisch nicht gegeben. Es finden ständig Substitutionsvorgänge statt, die zudem vom technischen Fortschritt überlagert werden, was sich in einer erhöhten Arbeitsproduktivität niederschlägt. Zumindest dieser Faktor läßt sich leicht in das Modell einbauen, indem der Arbeitszeitbedarf je Produkteinheit (APS) beispielsweise nach einer Exponentialfunktion abnimmt, die rekursiv so aussieht:

(3130-10) $$APS_t = (1 - \pi)\ APS_{t-1}$$

π gibt darin die Arbeitsproduktivitätssteigerung einer Periode an. Substitutionsvorgänge sollen ausgeklammert bleiben.

In (3130-3) schließlich wird unterstellt, daß die Abschreibungen gleich sind den Reinvestitionen. Die Abschreibungen (gemeint sind die bilanziellen) dienen hierbei als Maß für den Kapazitätsverzehr bei den Maschinen. Obwohl eine Übereinstimmung gewiß nicht bei einzelnen Aggregaten zutrifft, so dürfte dies - näherungsweise - doch bei der Gesamtheit der Anlagen der Fall sein, wo sich aufgrund der Vielzahl nebeneinander ablaufender Investitions- und Desinvestitionsvorgänge ein zeitlicher, sachlicher und wertmäßiger Ausgleich ergeben kann. Hierbei wird von Preissteigerungen abgeschen, die noch gesondert berücksichtigt werden (Abschnitt 34).

Nun zu den Buchungsvorgängen. Bei den Investitionsgütern gilt dasselbe wie bei den Rohstoffen, daß nämlich der Güter- nicht mit dem Geldstrom zusam-

menfällt. Im Unterschied zu den Rohstoffen gelten hier jedoch die gleichen Zahlungsbedingungen, denen sich auch die Inlands-Kunden des Unternehmens gegenübersehen (vgl. Abschnitt 312). Das heißt, in der laufenden Periode müssen Anzahlungen für die voraussichtlichen Investitionen der folgenden Periode geleistet werden (ein Quartal Vorlaufzeit) in Höhe von

(3130-11) $S(3,11) = ANSA \cdot INV^{*}_{t+1}$

$S(3,11)$ - Anzahlungen auf Maschinen
ANSA - Anzahlungssatz Anlagen

Die voraussichtlichen Investitionen INV^{*}_{t+1} werden wiederum mit Hilfe einer Prognosefunktion nach der Methode der exponentiellen Glättung gewonnen; diese Methode kann selbstverständlich, wenn nötig, durch verbesserte Verfahren (z.B. mit Trendkorrektur) ersetzt werden.

(3130-12) $INV^{*}_{t+1} = \alpha_2 INV_t + (1 - \alpha_2) INV^{*}_t$

INV^{*}_{t+1} - prognostizierte Investition der kommenden Periode
INV^{*}_t - alter Prognosewert
α_2 - Gewichtungsfaktor

In gleicher Weise, wie in der laufenden Periode Vorauszahlungen für die nächste Periode geleistet werden, sind auch in der zurückliegenden Periode Anzahlungen für das geschätzte Investitionsvolumen dieser Periode getätigt worden; sie betragen

(3130-13) $S(2,3) = S(3,11)_{t-1}$

$S(2,3)$ - angezahltes Investitionsvol.

Während die Variable $S(2,3)$ zeigt, welcher Teil der Investition der laufenden Periode bereits in der Vorperiode liquiditätswirksam geworden ist, weist die Variable

(3130-14) $S(2,17) = INV - S(2,3)$

den nach Abzug der Anzahlung noch verbleibenden Teil der Investitionen aus, der voll den Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen zugerechnet wird.

Er transformiert sich teils in der laufenden, teils in der kommenden Periode in Auszahlungen (siehe Abschnitt 3161).

3131. Aktivierte Eigenleistungen

Unter aktivierten Eigenleistungen werden hier nur die selbsterstellten Anlagen verstanden, nicht aber die Bestandserhöhungen. Selbsterstellte Anlagen sind jene betrieblichen Leistungen, die nicht für die außerbetriebliche Verwertung auf dem Absatzmarkt bestimmt sind, sondern, gleichsam als Ersatz für von außen bezogene Investitionsgüter, einer innerbetrieblichen Verwendung als Produktionsmittel zugeführt werden. Während ihrer Entstehung sind sie Kalkulationsobjekte, also Kostenträger, nach ihrer Fertigstellung werden sie Betriebsmittel und über die Abschreibung Kostenart.

Als Bestimmungsgründe für die Selbsterstellung von Anlagen gelten: Unmöglichkeit, bestimmte Anlagen auf dem Beschaffungsmarkt zu erhalten, Geheimhaltung von Verfahren oder auch, besonders im vorliegenden Fall, günstige Voraussetzungen zur Eigenfertigung. Gerade der letzte Punkt legt die Hypothese nahe, das Volumen der aktivierten Eigenleistungen in Abhängigkeit vom allgemeinen Investitionsvolumen zu sehen:

(3131-1) $S(2,21) = AAEI \cdot INV$

$S(2,21)$ - aktivierte Eigenleistungen
AAEI - Anteil der AE am Inv.vol.

Damit es im Modell nicht zu unerwünschten Rückkopplungen kommt (die Abschreibungen aus den Eigenleistungen erhöhen die Desinvestition, diese die Investition, dadurch werden auch die Eigenleistungen wieder höher), werden die Eigenleistungen als Teil der gesamten Investitionen formuliert.

Das hat zur Folge, daß die vom Markt bezogenen ("Fremd-") Investitionen FINV nur die zweite Komponente von INV sind:

(3131-2) $FINV = INV - S(2,21)$

wodurch sich auch (3130-14) ändert:

(3131-3) S(2,17) = FINV - S(2,3)

Aus den letzten beiden Gleichungen ersehen wir, daß die Investitionen einer Periode sich nun zusammensetzen aus dem angezahlten Teil, den Fremdinvestitionen und den Eigeninvestitionen.

Die Tatsache, daß die Eigenleistungen bei der Modellierung des Produktionsbereiches unberücksichtigt geblieben sind - unter dem fiktiven Produkt ist nur ein verkaufsfähiges, für den Absatzmarkt bestimmtes Erzeugnis zu sehen - erfordert nun eine gesonderte Berücksichtigung der von den Eigenleistungen verursachten Kosten. Diese Trennung ist wichtig, weil nur dann Fremdleistungen und Eigenleistungen unabhängig voneinander geändert werden können.

Die Eigenleistungen werden zu Herstellkosten bewertet, was bedeutet, daß sich ihr Wert nach dem bekannten Kalkulationsschema: Materialkosten + Materialgemeinkosten + Fertigungslohn + Fertigungsgemeinkosten zusammensetzt. Eine Differenzierung in die beiden Gemeinkostenarten des Materials und der Fertigung findet jedoch aus den gleichen Gründen nicht statt, wie sie bei der Produktion angeführt wurden. Statt dessen werden die beiden Gemeinkostenarten ihrer Höhe nach als Anteil an den gesamten aktivierten Eigenleistungen ausgewiesen:

(3131-4) GKAE = GKAAE · S(2,21)

GKAE - Gemeinkosten der akt. Eigenl.
GKAAE - Gemeinkostenanteil der akt. Eigenl.

Schließlich werden die Einzelkosten des Materials und der Fertigung den Funktionen (3100-9), (311-6) und (311-7) zugeschlagen:

(3131-5) S(5,17) = MKS.u + AMAE.S(2,21)

(3131-6) S(21,5) = MKS.v + AMAE.S(2,21)

(3131-7) FL = FLS.A + FLA.S(2,21)

AMAE - Anteil Material
FLA - Fertigungsl. Ant.

3132. Investition in unbewegliches Anlagevermögen

Die Investitionen in Grundstücke und Gebäude unterscheiden sich von den Investitionen in bewegliches Anlagevermögen vor allem dadurch, daß ihre Investitionsobjekte eine viel längere Lebensdauer aufweisen mit der Konsequenz, daß auch der Investitionsrhythmus ganz anders verläuft. In engem Zusammenhang damit steht auch die viel geringere "Teilbarkeit" der Anlageobjekte, so daß eine quasi-stetige Formulierung des Investitionsprozesses unrealistisch wäre.

Dennoch kann es bei bestimmten Modellexperimenten (Abschnitt 6) durchaus wünschenswert sein, die von der Investition in Grundstücke und Gebäude ausgehenden "Unregelmäßigkeiten" auszuschalten, damit keine störenden Überlagerungen solcher Systemkomponenten stattfindet, die Gegenstand von Untersuchungen sind. Daher werden im weiteren zwei Versionen vorgestellt, eine für "gleichmäßige" (quasi-kontinuierliche) und eine für "unregelmäßige" (diskontinuierliche) Investitionsprozesse.

Der quasi-kontinuierliche Fall ist ganz analog dem der Maschinen-Investitionen (3131-3) aufgebaut:

(3132-1) $S(1,11) = S(21,1) + EISGG.WG.A$

$S(1,11)$ - Investition in GG
$S(21,1)$ - Desinvestition bei GG
EISGG - Erweiterungsinvestitionssatz für GG

Auch die Annahmen ähneln sich: es wird davon ausgegangen, daß die Reinvestition der Abschreibungen (Desinvestition, Abschnitt 314) gerade ausreicht, die (Raum-) Kapazität (gemessen in Arbeitsstunden) aufrechtzuerhalten. Die über diese Instandhaltungsausgaben hinausgehenden Investitionen wirken kapazitätserweiternd, wobei die Vergrößerung der Periodenkapazität um eine Stunde EISGG Mark kostet.

Bei der Formulierung des diskontinuierlichen Falls ist zu berücksichtigen,

daß die Raumkapazität der Gebäude zu einer Beschränkung des Wachstums werden kann und daß sie sich nur in bestimmten Größenordnungen erhöhen läßt. Grundsätzlich stehen wieder zwei Wege der Modellierung offen, die zu einer endogenen und zu einer exogenen Version des Investitionsprozesses führen.

In der endogenen Version werden die Investitionssprünge immer dann vom Modell automatisch vorgenommen, wenn die Kapazitätsgrenze (gemessen in Arbeitsstunden, AKAP) erreicht oder gerade überschritten wird, ansonsten bleibt die Investition auf die Reinvestition beschränkt:

$$(3132\text{-}2) \qquad S(1,11) = \begin{cases} S(21,1) + WRK.AKAP.EISGG, & A \geq AKAP \\ S(21,1), & \text{sonst} \end{cases}$$

Die bisherige Kapazität wird im Fall der Erweiterung um den Satz WRK (Wachstumsrate der Kapazität) erhöht, wodurch die neue Kapazitätsgrenze bei

$$(3132\text{-}3) \qquad AKAP_{neu} = (1 + WRK) \cdot AKAP_{alt}$$

zu liegen kommt. WRK gibt hierbei prozentual die "Sprunghöhe" an, um die die Gebäudekapazität jedesmal wächst; sie ist durch technisch-wirtschaftliche Gegebenheiten weitgehend nach unten festgelegt, während nach oben Entscheidungsfreiheit besteht.

Die endogene Version weist zwar schon mehr Realitätsnähe auf als die quasikontinuierliche Formulierung, für Planungsfragen, die unmittelbar die Gebäudeinvestitionen betreffen, ist sie aber noch zu idealisiert. Gleichwohl kann sie als Grundtyp angesehen werden. Erst die exogene Version ist in der Lage, einen konkreten Investitionsplan in das Modell einzuführen. Dazu werde die Entscheidungsvariable "Erweiterungsinvestition bei GG" (EIGG) definiert, die in der dynamischen Version zum Entscheidungsvektor

$$(3132\text{-}4) \qquad \underline{EIGG} = (EIGG_1, \ldots, EIGG_t, \ldots, EIGG_T)$$

wird. Die Elemente dieses Vektors geben das Investitionsvolumen der Perioden t, $t=1,\ldots,T$ an. Aus (3132-2) wird daher in der exogenen Version

(3132-5) $S(1,11) = S(21,1) + EIGG_t$

Falls $EIGG_t = 0$ ist, wird keine Erweiterungsinvestition durchgeführt, bei $EIGG_t > 0$ kommt es zur Nettoinvestition in der durch EIGG angegebenen Höhe. Die bisherige Gebäudekapazität $AKAP_{alt}$ vergrößert sich dabei (aus 3132-2) um

(3132-6) $WRK = EIGG_t/AKAP_{alt} \cdot EISGG$

so daß die neue Kapazitätsgrenze auf

(3132-7) $AKAP_{neu} = (1 + WRK) \cdot AKAP_{alt}$

klettert. Ein im Vergleich zur endogenen Version neues Problem tritt dadurch auf, daß die Erweiterungsinvestition nicht mehr automatisch beim Anstoßen an die Kapazitätsdecke vorgenommen wird, wodurch es von seiten der Raumkapazität zu einer Wachstumsbeschränkung kommen kann, falls die Erweiterungsinvestitionen nicht "rechtzeitig" geplant worden sind. In diesem Fall muß also die Fertigungskapazität stagnieren:

(3132-8) $$A_{t+1} = \begin{cases} A_t, & \text{falls } A \geq AKAP \\ (1 + WG)\, A_t, & \text{sonst} \end{cases}$$

Dies ist ein Beispiel einer bedingten Entscheidung oder einer bedingten Strategie, die durch das Eintreten einer bestimmten Bedingung - hier das Erreichen der Kapazitätsdecke - ausgelöst wird.

314. Desinvestition

3140. Bilanzielle Abschreibung auf Maschinen und maschinelle Anlagen

Die bilanzielle Abschreibung dient dazu, den Anschaffungswert von Anlagegegenständen auf ihre Lebensdauer zu verteilen. Der daraus sich ergebende Abschreibungsaufwand soll ein Äquivalent für den Nutzungsverzehr sein und dient der Ermittlung eines vergleichbaren Periodengewinns. Meist wird zur

Berechnung der Abschreibung die degressive Abschreibungsmethode verwendet, bei der bekanntlich die Abschreibungsquoten über einen festen Abschreibungssatz vom Restbuchwert gewonnen werden.

Eine exogene Vorgabe der Abschreibungsbeträge für die Perioden des Planungszeitraums ist unmöglich, wenn die Investitionen, aus denen die Abschreibungen hervorgehen, selbst erst im Modell ermittelt werden. Aber auch wenn die Maschinen-Investitionen exogen festgelegt würden (was in diesem Modell nicht geschieht, indes leicht einzuführen wäre), müßten die Abschreibungen errechnet werden, so daß in jedem Falle die Berechnung einem integrierten Teilmodell zu übertragen wäre.

Für die in einer Periode getätigte Investition in Maschinen und maschinelle Anlagen (INV) fällt in der darauffolgenden Periode die Abschreibungsquote

(3140-1) $\quad DQ_1 = DS.INV = DS.INV\ (1 - DS)^0$

an, worin DS für den (degressiven) Abschreibungssatz steht. In der zweiten Periode wird sodann die Abschreibungsquote vom Restbuchwert: INV - DS.INV berechnet und wir erhalten

(3140-2) $\quad DQ_2 = DS\ (INV - DS.INV) = DS.INV\ (1 - DS)^1$

Dieser Vorgang wiederholt sich auch in der dritten Periode

(3140-3) $\quad DQ_3 = DS\ (INV - DS.INV - DS.INV\ (1 - DS))$

$= DS.INV\ (1 - DS)^2$

und in den folgenden Perioden, so daß sich das Bildungsgesetz für die Abschreibungsquote in der Periode t ableiten läßt:

(3140-4) $\quad DQ_t = DS.INV\ (1 - DS)^{t-1}$

Diese Funktion kann auch in Form einer Rekursionsgleichung ausgedrückt werden, die zum Programmieren vorteilhafter ist:

(3140-5) $\quad DQ_t = (1 - DS)\ DQ_{t-1}$

Soweit der Abschreibungsvorgang, wie er sich bei einer Investition einer bestimmten Periode abspielt. Im Modell wird aber nicht nur die Abschreibung einer Investition über den simulierten Zeitablauf hinweg verfolgt, sondern die Abschreibungen aller Investitionen, die in dem Zeitraum vom Planungszeitpunkt bis zum jeweiligen, in der Simulation erreichten Zeitpunkt vorgenommen worden sind.

Die bilanziellen Abschreibungen eines bestimmten Zeitraums t setzen sich folglich aus den Abschreibungsquoten all dieser Einzelinvestitionen zusammen:

$$S(21,2)_t = \sum_{i=1}^{t-2} DQ_{t,i} + DQ_{t,t-1} \qquad (3140\text{-}6)$$

darin bedeuten

$DQ_{t,i} = (1 - DS)\, DQ_{t-1,i}$

Abschreibungsquote in Periode t auf eine Investition in Periode i; $i \leq t-2$

$DQ_{t,t-1} = DS \cdot INV_{t-1}$

Abschreibung in Periode t auf eine Investition in Periode t-1

$S(21,2)$ - bilanzielle Abschreibung auf bewegliches Anlagevermögen für Periode t

Gleichung (3140-6) repräsentiert das Abschreibungsmodell, das in jeder Periode die Abschreibung aus den Investitionen der Vorperioden gewinnt. Das hier auftauchende Problem ist, diesen Abschreibungsmechanismus zu Beginn der Simulationsperiode "in Gang" zu bringen, zu einem Zeitpunkt, in dem noch gar keine endogenen Investitionen vorliegen. Eine Eingabe der tatsächlichen, historischen Werte hätte einen fast unendlichen Regreß zur Folge. Ohne der Behandlung der Startbedingungen (Abschnitt 32) vorzugreifen, sei in diesem Zusammenhang schon die Lösung dieses Problems angegeben: Der zum Planungszeitpunkt bestehende buchmäßige Bestand an Maschinen und maschinellen Anlagen, $B(2)_0$, wird als Investition der Vorperiode definiert, so daß sich als Abschreibung der ersten Periode ergibt:

(3140-7) $S(21,2)_1 = DS.B(2)_0 = DS.INV_0$

In der zweiten und allen folgenden Perioden wird dann in der angegebenen Weise fortgefahren. Die degressive Abschreibungsmethode erweist sich, ebenso wie das einfache Startverfahren, als recht vorteilhaft, wie im folgenden gezeigt werden soll.

Zur Demonstration der Eigenschaften der degressiven Abschreibungsmethode wird ein Zahlenbeispiel als Matrizenkalkül entworfen, das formal dem Beispiel bei Pönninghaus (54, S. 659) ähnlich ist, jedoch nicht die lineare Abschreibungsmethode übernimmt. Die Abschreibung wird dort als Rückkopplungsprozeß beschrieben, bei dem die Abschreibungen eine Funktion der vergangenen Investitionen sind, wobei die Investitionen selbst wiederum von den Abschreibungen abhängen. Ein Spezialfall liegt vor, wenn die Investitionen einer Periode dem Volumen nach den Abschreibungen derselben Periode entsprechen, d.h. wenn die Investitionen gleich den Reinvestitionen sind mit der Folge, daß keine Nettoinvestitionen auftreten.

In einer Matrix (siehe Abb. 31.3) steht zu Beginn jeder Zeile ein Investitionsbetrag, und zwar in der ersten Zeile die Investition der Periode 0, in der zweiten Zeile die Investition der Periode 1, usw. Rechts daneben, in Spalte 2, befinden sich jeweils die Restbuchwerte aus den Investitionen der Vorperioden, in der dritten Spalte die Investitionen aus den Vorvorperioden, usf. Diese Matrix der Investitionen und Restbuchwerte wird nun von rechts mit einem Spaltenvektor multipliziert, dessen Elemente degressive Abschreibungssätze sind. Das Produkt aus Matrix und Spaltenvektor ergibt den Spaltenvektor der Abschreibungen, beginnend mit der ersten Periode.

$$\begin{pmatrix} 100 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 20 & 80 & 0 & 0 & \dots \\ 20 & 16 & 64 & 0 & \dots \\ 20 & 16 & 12.8 & 51.2 & \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot\,\cdot \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.2 \\ 0.2 \\ 0.2 \\ \cdot \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 4+16 = 20 \\ 4+3,2+12.8 = 20 \\ 4+3.2+2,56+10.24 = 20 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \end{pmatrix}$$

Abb. 31.3: Mechanismus der degressiven Abschreibung; die Matrix der Investitionen bzw. Restbuchwerte (links) wird mit dem Vektor der degressiven Abschreibungssätze multipliziert, es ergibt sich der Vektor der Abschreibungsbeträge

Das Zahlenbeispiel zeigt, daß bei ständiger Reinvestition der Abschreibung sowohl die Abschreibungsbeträge in jeder Periode, wie auch der buchmäßige Bestand des Anlagegutes (Zeilensummen der Matrix) im Zeitablauf unverändert bleiben. Demgegenüber tritt bei Anwendung der linearen Abschreibungsmethode der bekannte Kapazitätseffekt auf (siehe 54, S. 659).

Gerade diese Eigenschaften des degressiven Abschreibungsprozesses sind aus zwei Gründen wünschenswert:

(1) Weder beim Start noch im weiteren Verlauf des Abschreibungsprozesses braucht man die tatsächliche Altersstruktur der einzelnen Anlagen zu berücksichtigen, was letztlich bedeutet, daß das physische Ausscheiden einer Maschine nicht registriert werden muß. Dies wird möglich durch die bis ins unendliche reichende, mit degressiv fallenden Abschreibungsquoten erzielte Verringerung der Buchwerte. Zulässig ist eine derartige Vereinfachung dann, wenn einzelne Aggregate klein sind im Vergleich zum Gesamtvolumen der Anlagegüter. Kurzfristige Schwankungen im Abschreibungsvolumen, wie sie in realen Systemen auftreten, nivellieren sich in der langfristigen Globalbetrachtung und wären hier auch ohne besonderen Informationswert.

(2) Falls die Entwicklung des Unternehmens im Simulationsmodell stagniert (wie im Zahlenbeispiel der Abb. 31.3), d.h. die Wachstumsrate null beträgt, stellt sich beim Buchbestand der Anlagen ein dynamisches Gleichgewicht ein, bei dem die Zugänge (Investitionen) gleich den Abgängen (Abschreibungen) sind. Von seiten der Investitions- und Abschreibungsprozesse gehen in diesem stationären Fall keinerlei expansive oder kontraktive Wirkungen aus, diese Prozesse sind daher wachstumsneutral. Erst bei positiven Wachstumsraten übersteigt das periodische Investitionsvolumen die Abschreibungen, so daß sowohl der buchmäßige (und wirkliche) Anlagenbestand wie auch die Periodenabschreibung wachsen.

Diese - im Vergleich zur linearen Abschreibung - besonderen Eigenschaften der degressiven Abschreibung ließe ihre Verwendung auch dann als ratsam

erscheinen, wenn im Unternehmen der Fallstudie die lineare Abschreibungsmethode verwendet würde.

3141. Bilanzielle Abschreibungen auf Gebäude

Da für Grundstücke und Gebäude nur ein gemeinsames Konto vorhanden ist und Grundstücke nicht der Abschreibung unterliegen, drückt sich die Abschreibung auf "Grundstücke und Gebäude" durch einen entsprechenden Abschreibungs-Mischsatz aus.

Abschreibungen auf unbewegliches Anlagevermögen erfolgen gewöhnlich, so auch im vorliegenden Fall, mit der linearen Abschreibungsmethode. Diese soll auch hier - trotz der oben geschilderten Torteile der degressiven Abschreibung - beibehalten werden. Die bei der Verwendung der linearen Methode sich ergebende Schwierigkeit der Berücksichtigung der Altersstruktur von Anlagegegenständen tritt hier nämlich praktisch nicht auf, da die Lebensdauer der Gebäude viel höher ist als die der Maschinen. Es genügt daher, die lineare Abschreibung immer vom jeweiligen gesamten Buchbestand vorzunehmen, ohne das Schicksal des einzelnen Anlageobjekts zu verfolgen. Der damit verbundene Fehler ist, wie sich zeigt, gering, und man erspart sich dadurch eine sehr aufwendige Formulierung.

Die bilanziellen Abschreibungen auf Grundstücke und Gebäude in einer Periode ergeben sich daher zu:

(3141-1) $S(21,1) = DSGG \cdot B(1)$

DSGG - linearer Abschreibungssatz bei Grundstücken und Gebäuden

3142. Anlagenverkäufe

Neben den Abschreibungen findet eine Verringerung des (buchmäßigen, realen) Anlagenbestandes auch durch Anlagenverkäufe statt. Jeder Abgang von Maschinen durch Verkauf löst zunächst, sofern der Erlös gleich dem Restbuchwert

ist, die Buchung aus: Zahlungsmittel an Maschinen. Falls der Erlös über dem Restbuchwert liegt: Zahlungsmittel an Maschinen (in Höhe des Buchwerts und a.o. Ertrag (in Höhe der Differenz aus Erlös und Buchwert); wenn der Erlös nicht den Restbuchwert erreicht: Zahlungsmittel und a.o. Aufwand an Maschinen. Es ist kein Problem, alle drei Fälle explizit zu formulieren; der geringen Bedeutung bzw. des geringen Umfangs wegen wird jedoch von vorneherein der a.o. Ertrag mit dem a.o. Aufwand saldiert und nur der Netto-Mehrerlös unter a.o. Ertrag ausgewiesen (der auch negativ sein kann, dann handelt es sich um einen a.o. Aufwand).

Als nächstes stellt sich die Frage, wovon die Anlagenverkäufe abhängen. Meist ist der Umfang der Verkäufe ziemlich unregelmäßig und schon daher eine enge Beziehung zu anderen Größen schwer nachzuweisen. Es scheint aber vernünftig zu sein, eine Abhängigkeit der Anlagenverkäufe vom Anlagenbestand zu postulieren:

(3142-1) $S(11,2) = AAVK \cdot B(2)$

S(11,2) - Anlagenverkauf (Buchwert)
AAVK - Anteil Anlagenverkauf von:
B(2) - Bestand an Maschinen u. masch. Anl.

Der durchschnittliche a. o. Ertrag beim Verkauf (AOEMAV) beläuft sich dann auf:

(3142-2) $AOEMAV = GSAV \cdot S(11,2)$

GSAV - durchschn. Gewinnsatz beim Anlagenverkauf

Dieser geht als Komponente der Ertragseinnahmen in Gleichung (3160-4) ein. Die Variable "Ertragseinnahmen" ist ein Beispiel für eine zusammengesetzte Basisstromvariable, deren Komponenten über eigene Projektionsgleichungen verfügen.

Die explizite Berücksichtigung von Anlageverkäufen hat Rückwirkungen auf den Abschreibungsprozeß: Jene Teile des beweglichen Anlagevermögens, die verkauft worden sind und den buchmäßigen Bestand gemindert haben, können

nicht mehr über die Abschreibungen liquidisiert werden. Daher müssen auch in Zukunft Abschreibungen in Höhe des Buchwerts der Verkäufe "ausfallen". Wegen der rekursiven Berechnung der Abschreibung jedoch - bei der nicht der Umweg über die Restbuchwerte gemacht wird - tritt keine automatische Minderung der Abschreibungen ein.

Zu der gewünschten Reduzierung der Abschreibungen gelangt man aber, wenn die laufenden Investitionen (hier in bewegliches Anlagevermögen) gerade um den Buchwert der Anlageverkäufe gekürzt werden. Der Nettozugang zum Buchwert (BWNZ)

(3142-3) $\quad BWNZ = INV - S(11,2)$

tritt somit an die Stelle von INV_{t-1} der Komponente $DQ_{t,t-1}$ der Gleichung (3140-6):

(3142-4) $\quad DQ_{t,t-1} = DS.BWNZ_{t-1}$

315. Steuern

3150. Vom Einkommen und vom Ertrag

Steuern vom Einkommen und vom Ertrag sind jene Steuern, deren Bemessungsgrundlage der Gewinn ist: Bei der Körperschaftsteuer der körperschaftsteuerpflichtige Gewinn, bei der Gewerbeertragsteuer der Gewerbeertrag. Zumeist wird der Gewerbeertrag durch entsprechende Korrekturen aus dem körperschaftsteuerpflichtigen Gewinn abgeleitet.

Wie schon in Abschnitt 311 angeschnitten, sind zur Ermittlung des körperschaftsteuerpflichtigen Gewinns die abzugsfähigen Betriebsausgaben heranzuziehen, die sich weitgehend mit den aufwandsgleichen Kosten decken. Wegen der geringen Unterschiede werden daher die steuerlich relevanten abzugsfähigen Betriebsausgaben mit den aufwandsgleichen Kosten gleichgesetzt. Bewer-

tungsprobleme, wie sie bei der Aufwandseite bestehen, sind auf der Erlösseite nicht anzutreffen. Wir können also den körperschaftsteuerpflichtigen Gewinn als Differenz zwischen Erträgen und Aufwendungen, d.h. als Differenz zwischen Spalten- und Zeilensumme des G+V-Kontos ermitteln:

$$(3150\text{-}1) \qquad GVST = \sum_{I=1}^{21} S(I,21) - \sum_{I=1}^{21} S(21,I)$$

GVST = Gewinn vor Steuer

Die "Zerlegung" des unversteuerten Gewinns geschieht, wie Abbildung 31.4 zeigt, auf folgende Weise: Der körperschaftsteuerpflichtige Gewinn vor Steuer (GVST) teilt sich in den Teil, der effektiv ausgeschüttet wird - Gewinnausschüttung GA - und in den nichtausgeschütteten Teil $\overline{GA}$. Letzterer zerfällt wiederum in Selbstfinanzierung (SF) und Gewinnsteuern (GST). Die Gewinnsteuern ihrerseits setzen sich aus der Gewerbeertragsteuer (GEST) und der Körperschaftsteuer (KST) zusammen. Jener Teil des unversteuerten Gewinns, der nach Entrichtung der Gewinnsteuern verbleibt, wird als Gewinn nach Steuer (GNST) bezeichnet. Dieser kann ausgeschüttet (GA) oder einbehalten (SF) werden.

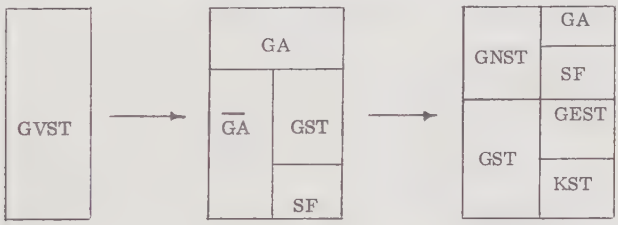


Abb. 31.4: Aufteilung des Gewinns

Zur Berechnung der Gewerbeertragsteuer bei Kapitalgesellschaften wird folgende Formel verwendet (in Anlehnung an 69, S. 416):

$$(3150\text{-}2) \qquad GEST = GESS \cdot GE$$

$$(3150\text{-}3) \qquad GESS = \frac{SMZ.SHS}{100 + SMZ.SHS}$$

$$(3150\text{-}4) \qquad GE = GEF.GVST$$

GEST - Gewerbeertragsteuer
GESS - Gewerbeertragsteuersatz
SMZ - Meßzahl in %
GE - Gewerbeertrag
GEF - Gewerbeertragsfaktor (Korrektur)
SHS - Hebesatz in %/100

Bei der Ermittlung der Körperschaftsteuer ist zwischen dem effektiv zur Ausschüttung gelangenden Gewinn (GA) und dem einbehaltenen Gewinn (SF) zu unterscheiden, da hierfür unterschiedliche Körperschaftsteuersätze gelten: Der Körperschaftsteuersatz für ausgeschüttete Gewinne (SA) und der Körperschaftsteuersatz für einbehaltene Gewinne (SE). Des weiteren ist zu berücksichtigen, daß die Steuern auf den auszuschüttenden (also nicht effektiv ausgeschütteten) Teil des Gewinns als einbehaltener Gewinn gelten und wie dieser (also nochmals) versteuert werden muß. Außerdem ist die Gewerbeertragsteuer vom körperschaftsteuerpflichtigen Gewinn abzugsfähig.

Demzufolge errechnet sich die (vorläufige) Gewinnsteuer, hier die Summe aus Gewerbeertrag- und Körperschaftsteuer, wie folgt:

$$(3150\text{-}5) \qquad GST' = SA.GA + SE\ (\overline{GA} - GEST) + GEST, \text{ wobei}$$

$$(3150\text{-}6) \qquad \overline{GA} = GVST - GA$$

GST' - vorläufige Gewinnsteuer

In Verbindung mit den Gleichungen (3150-1, 2, 3, 4, 6) wird aus (3150-5) schließlich (für GEF = 1):

$$(3150\text{-}7) \qquad GST' = (SE - SE.GESS + GESS)\ GVST - (SE-SA)\ GA$$

Nun wird eine Entscheidungsvariable eingeführt, die den Gewinnausschüttungssatz, bezogen auf den Bruttogewinn, angibt, so daß wir die Gewinnausschüttung erhalten zu:

(3150-8) $GA = ASB \cdot GVST$

ASB - Entscheidungsvariable für den Ausschüttungssatz, bezogen auf Bruttogewinn

Damit wird es möglich, die (vorläufige) Gewinnsteuer als Funktion der Gewinnausschüttung auszudrücken:

(3150-9) $GST' = GSTS \cdot GVST$, wobei

(3150-10) $GSTS = ASB\,(SA - SE) + GESS\,(1 - SE) + SE$

GSTS - "Gewinnsteuersatz"

Der Gewinnsteuersatz in (3150-10) berücksichtigt sowohl die geplante Ausschüttung wie auch die Abzugsfähigkeit der Gewerbeertragsteuer. Im allgemeinen ist es jedoch zweckmäßiger, den Gewinnausschüttungssatz nicht auf den (unversteuerten) Bruttogewinn, sondern auf den (bereits versteuerten) Nettogewinn zu beziehen. Die Gewinnausschüttung ist dann eine Funktion der Entscheidungsvariablen "Ausschüttungssatz, bezogen auf den Nettogewinn (ASN)":

(3150-11) $GA = ASN \cdot GNST$

wobei GNST wie folgt definiert ist:

(3150-12) $GNST = GVST - GST'$
$= (ASB\,(SE-SA) + (1-SE)\,(1-GESS))\,GVST$

Damit in (3150-10) ASN explizit erscheint, muß ASB als Funktion von ASN ausgedrückt werden. Aus (3150-8, 11, 12) erhalten wir:

(3150-13) $ASB = (ASN\,(1-SE)\,(1-GESS)/(1-ASN\,(SE-SA))$

Die (vorläufige) Gewinnsteuer ist somit aus den Gleichungen (3150-1, 9, 10, 13) zu errechnen, wobei als Entscheidungsvariable nur noch ASN fungiert. Diese Variable hat gegenüber ASB den Vorzug größerer Anschaulichkeit, da sie sofort die Aufteilung des Nettogewinns in Ausschüttung und Selbstfinanzierung erkennen läßt; daneben ist ihr Definitionsbereich unabhängig von den geltenden Steuersätzen: er liegt zwischen 0 und 1. Wie schon am Beispiel von W_{exogen} zu sehen war, kann die Entscheidungsvariable ASN durch Dynamisieren zu

einem Entscheidungsvektor ausgebaut werden, wodurch es möglich wird, für jede Periode des Planungszeitraums einen anderen Ausschüttungssatz vorzugeben.

Wenn bisher von der "vorläufigen" Gewinnsteuer die Rede war, dann deshalb, weil diese nur dann anfällt, wenn die Gewinne positiv sind. Um die Besteuerung von Verlusten zu vermeiden - was in (3150-9) eine negative Steuer bedeuten würde - muß dafür gesorgt werden, daß die Steuer immer positiv bleibt. Die endgültige Gewinnsteuer stellt sich schließlich wie folgt dar:

(3150-14) $GST = \max(0, GST')$

Im einfachsten Fall wird unterstellt, daß die Steuer jede Periode (d.h. jedes Quartal) zu zahlen ist und nicht in Form einer Vorauszahlung auf der Basis des Vorjahresgewinns. Für die langfristige Betrachtung genügt die einfache Version.

3151. Steuern vom Vermögen

Hier unterscheidet man die Vermögensteuer (VST), deren Bemessungsgrundlage der Einheitswert des Betriebsvermögens ist, und die Gewerbekapitalsteuer (GEWKST), die auf dem Gewerbekapital basiert. Der Einfachheit halber wird für beide Steuerarten als Bemessungsgrundlage das Eigenkapital verwendet, da die Abweichungen (bzw. die entstehenden Fehler) nur gering sind. Wenn notwendig, wird ein Korrekturkoeffizient eingeführt.

Die Vermögens- und Kapitalsteuern betragen somit:

(3151-1) $VERMST = VSTS \cdot B(13)$

(3151-2) $GEWKST = GKSTS \cdot B(13)$

VSTS - Vermögensteuersatz
GKSTS - Gewerbekapitalsteuersatz
B(13) - Bestand an Eigenkapital

Alle bisher aufgeführten Steuern, die Körperschaftsteuer, die Gewerbeertragsteuer, die Vermögen- und Gewerbekapitalsteuer sind aus dem Gewinn zu entrichten (vgl. Wöhe, 69, S. 415). Die gesamte Steuerbelastung beläuft sich nun auf

(3151-3) STEU = GST + VERMST + GEWKST

und wird dem bisherigen Volumen der Aufwandsausgaben S(21,11)' (ohne Steuern) zugeschlagen, so daß sich die endgültigen Aufwandsausgaben (3160-1) ergeben. Die abschließende Gewinnermittlung im Fortschreibungssystem, das die Bestände fortschreibt, erbringt als Ergebnis nun den Gewinn nach Steuern, wie er in der Bilanz ausgewiesen wird.

3152. Sonstige Steuern

Zu den sonstigen Steuern zählen hauptsächlich - von den "kleinen" Steuern sei hier abgesehen - die Lohnsummensteuer und die Mehrwertsteuer. Erstere gilt als in den Gewerbesteuern enthalten; die Mehrwertsteuer wird überhaupt nicht explizit berücksichtigt, sie wird als durchlaufender Posten behandelt. Das setzt voraus, daß sich sämtliche Ein- und Verkaufspreise netto, d.h. ohne Mehrwertsteuer verstehen.

316. Finanzierung

Im Mittelpunkt der Finanzierung - genauer: der Finanzplanung - stehen die Aus- und Einzahlungsströme. Da alle betrieblichen Teilbereiche Aus- und Einzahlungen verursachen, die zeitlich horizontal und zeitlich vertikal stark interdependent sind, kommt der Finanzplanung die Bedeutung der koordinierenden Gesamtplanung zu. Kurzfristig steht dabei das finanzielle Gleichgewicht im Vordergrund, langfristig die Finanzierung des Wachstums.

In den folgenden Unterabschnitten wird zunächst auf einige wichtige Abgrenzungen der Zahlungsgrößen gegen andere Wertgrößen eingegangen. Sodann werden die finanzwirtschaftlichen Konsequenzen des güterwirtschaftlichen

Prozesses untersucht, an dessen Anfang die Verbindlichkeiten stehen, die sich in Auszahlungen transformieren, und dessen Ergebnis sich in Forderungen niederschlägt, die zu Einzahlungen werden. Am Rande dieser güterwirtschaftlichen Vorgänge stehen die sonstigen Verbindlichkeiten bzw. die sonstigen Umlaufvermögen, die in der Hauptsache aus den Rechnungsabgrenzungsposten bestehen. Der nächste Abschnitt ist der aktiven Finanzierung gewidmet. Mit der Kapitalbeschaffung befassen sich die Ausführungen über die Eigenfinanzierung und die Fremdfinanzierung. Den Abschluß und zugleich eine Art Synthese der Zahlungsströme bildet der Abschnitt über die Liquidität, der im Modell, ebenso wie in der Realität, eine hervorragende Bedeutung zukommt.

3160. Einige Abgrenzungen

31600. Auszahlungen, Ausgaben, Aufwand, Kosten. Eine Unterscheidung von Auszahlungen und Ausgaben (etwa 70, S. 9; 40, S. 18) erweist sich in der vorliegenden Arbeit als unnötig; statt dessen werden beide Begriffe synonym verwendet. Unter Kosten seien nur aufwandsgleiche Kosten verstanden, d.h. kalkulatorische Kosten bleiben unberücksichtigt. Demnach gibt es auch Aufwendungen, denen keine Kosten entsprechen, es handelt sich hier um die sog. neutralen Aufwendungen.

Der Grund für das Fehlen der Zusatzkosten ist vornehmlich in der Konstruktion der Buchungsmatrix zu sehen, die nach dem Bilanzprinzip entwickelt wurde und dadurch auch nur die Finanzbuchhaltung aufnehmen kann. Eine im Prinzip mögliche "externe" Ergänzung um die kalkulatorische Ebene wird nicht in Betracht gezogen, da im Bedarfsfall einer Aufstellung des Kontensystems nach dem Prozeßgliederungsprinzip der Vorzug zu geben wäre.

Die gleichen Überlegungen werden auch für die entgegengesetzten Begriffe: Einzahlung, Einnahme, Ertrag und Leistung angestellt. Einzahlungen und Einnahmen werden wieder als Synonyma gebraucht, während Leistung gleich dem betrieblichen Ertrag (s. unten) gesetzt wird.

Einnahmen bzw. Ausgaben sind Komponenten des über das Zahlungsmittelkonto laufenden Zahlungsstroms und finden sich in der Strommatrix (Abb. 30.3, S. 36), im Kreuz des Zahlungsmittelkontos. Das G+V-Konto ist Träger der Erfolgskomponenten Aufwendungen und Erträge. Wie aus der Matrix zu ersehen ist, überkreuzen sich beide an zwei Stellen: Hier befinden sich die aufwandsgleichen Ausgaben (Aufwandsausgaben, S(21,11)) bzw. die ertragsgleichen Einnahmen (Ertragseinnahmen, S(11,21)). Die Stromvariable "Aufwandsausgaben" setzt sich aus einer Reihe von Teilströmen zusammen:

(3160-1) $S(21,11) = PERSAU + ZINSAU + STEU + SOAUF$

(3160-2) $PERSAU = FL + PERSGK$

(3160-3) $ZINSAU = ZSL.B(16) + ZSK.B(18)$

B(16) - Bestand langfr. Verbindlichkeiten
B(18) - Bestand kurzfr. Verbindlichkeiten
ZSL - Zinssatz für LV
ZSK - Zinssatz für KV

Die Komponenten Personalgemeinkosten (PERSGK), Steuern (STEU) und sonstige Aufwendungen (SOAUF) gehen aus (3102-2), (3151-3) und (3160-9) hervor.

31601. Neutrale und betriebliche Aufwendungen bzw. Erträge. Der betriebliche Ertrag ist das Ergebnis der Leistungserstellung und gliedert sich auf in: Umsätze, Bestandserhöhungen bei Halb- und Fertigfabrikaten sowie selbsterstellte Anlagen (aktivierte Eigenleistungen). Alle übrigen Erträge gelten als neutral, so die Zinserträge (ZINSER) und die Erträge aus dem Abgang von Gegenständen des Anlagevermögens (NEMAVK), aus Finanzanlagen (NEFA), aus dem Verkauf von Handelswaren (NEHW) und aus der Auflösung von Wertberichtigungen (bzw. Rückstellungen). Bis auf den letzten Ertragsposten sind diese neutralen Erträge einnahmengleich, so daß die Ertragseinnahmen bestehen aus:

(3160-4) $S(11,21) = ZINSER + NEMAVK + NEFA + NEHW$

(3160-5) $$ZINSER = \begin{cases} ZSZM \cdot B(11) & , \text{ falls } B(11) > 0 \\ 0 & , \text{ falls } B(11) \leq 0 \end{cases}$$

(3160-6) $$NEMAVK = GSAV \cdot S(11,2)$$

(3160-7) $$NEHW = (1 + GSHW) \cdot S(21,8)$$

ZSZM - (Haben-) Zinssatz Konto ZM
GSAV - Gewinnsatz Anlagenverkauf
GSHW - Gewinnsatz Handelswaren

31603. Einzel- und Gemeinkosten. Nach dem Kriterium der Zurechenbarkeit (hier: auf den Kostenträger) unterscheidet man Einzel- und Gemeinkosten. Einzelkosten liegen nur bei den Fertigungslöhnen (311-5) und den Materialkosten (311-4) vor. Der Rest zählt zu den Gemeinkosten. Der so gebildete Gemeinkostenblock, der gemäß den obigen Ausführungen keinerlei Zusatzkosten enthält, ist aufwandgleich. Aber nur ein Teil ist nicht gleichzeitig Ausgabe, nämlich die bilanziellen Abschreibungen. Der andere Teil ist ausgabengleich und setzt sich zusammen aus

(3160-8)
$$PERSGK = PGKS \cdot A$$
$$GKMAT = GKMS \cdot A$$
$$DIENST = DIS \cdot A$$
$$ENERG = ENS \cdot A$$
$$GEWKST = GKSTS \cdot B(13)$$
$$ZINSAU = ZSL.B(16) + ZSK.B(18)$$

wobei zum Ausweis in der Erfolgsrechnung noch eine Zusammenfassung erfolgt, welche eine Komponente der Aufwandsausgaben (3160-1) liefert:

(3160-9) $$SOAUF = GKMAT + DIENST + ENERG$$

In die Personalgemeinkosten (PERSGK) gehen insbesondere ein die Gehälter, soziale Abgaben und dgl. Sie werden mit Hilfe des Personalgemeinkostensatzes (PGKS) und auf der Basis der Fertigungsstunden errechnet. Die unterstellte Annahme der Proportionalität kann solange aufrechterhalten werden, wie sich keine größeren strukturellen Änderungen in der Zusammensetzung der Belegschaft, genau: dem Verhältnis zwischen Verwaltung und Produktion ergeben.

Das Gemeinkostenmaterial (GKMAT) umfaßt solche Hilfs- und Betriebsstoffe, die sich nicht direkt auf den Kostenträger verteilen lassen. In der Gruppe der Dienstleistungen (DIENST) sind beispielsweise Versicherungsprämien und Reisespesen enthalten. Ebenso wie das Gemeinkostenmaterial und die Dienste ist auch der Energieaufwand (ENERG) abhängig von dem gewählten Kapazitätsmaß Fertigungsstunden. Diese Abhängigkeit, zunächst als Ausgangshypothese formuliert, unterstreicht den variablen Charakter dieser Gemeinkostenarten.

Wie schon in Abschnitt 311 erwähnt, wird der Gemeinkostenblock nur zu dem Zweck errechnet, die Vollkostenbewertung der Halb- und Fertigfabrikate zu ermöglichen. Dazu wird der Block nach (311-9) aufgespalten in einen Teil, der die Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten enthält, und einen Teil, der die "Produktionsgemeinkosten" (Fertigungsgemeinkosten, Materialgemeinkosten und Entwicklungsgemeinkosten) umfaßt. Dieser Teil ist bei der Bewertung der Bestände relevant, da nach dem Steuergesetz die aufwandsgleichen Gemeinkosten (streng genommen nur der Anteil der abzugsfähigen Betriebsausgaben) aktivierungspflichtig sind (vgl. 70, S.267 und S. 280).

Wie man sieht, wird keine Verteilung der Gemeinkosten auf Kostenstellen (über den BAB) und von dort nach der Zuschlagskalkulation auf die Kostenträger vorgenommen. Dank der Definition eines einzigen fiktiven Produkts erübrigt sich sowohl die Kostenstellenrechnung als auch die Kostenträgerrechnung, wodurch das Modell klein und übersichtlich bleibt. Dennoch wurden aber die liquiditätsmäßigen, die erfolgswirksamen und die vermögenswirksamen Konsequenzen der Produktion in ihren Gesamtzusammenhang gestellt.

3161. Transformation der Forderungen und Verbindlichkeiten

Forderungen und Verbindlichkeiten sind nichts anderes als künftige Ein- und Auszahlungen, gewissermaßen "zwischengespeicherte" Zahlungsströme, die sich nach einer bestimmten Zeit liquidieren. Die Forderungen werden begründet durch die Absatztätigkeit - (312-9) -, die Verbindlichkeiten durch die Beschaffung von Investitionsgütern, Material und Handelswaren - (3130-14),

(3100-9), (3101-2).

Von der Tatsache, daß die verschiedenen Forderungszugänge verschieden lange time lags aufweisen, bis sie zu Einzahlungen werden, wird hier angesichts der relativ langen Basisperiode abstrahiert. Statt dessen wird eine mittlere zeitliche Verzögerung zugrundegelegt, um die die Einzahlungen gegen die Forderungszugänge versetzt sind:

(3161-1) $\quad S(11,10) = \sigma_1 S(10,21)_{t-1} + \sigma_2 S(10,21)$

Es genügt, die laufende und die vergangene Periode zu berücksichtigen, obgleich in geringem Umfang auch noch Forderungen aus weiter zurückliegenden Perioden in der laufenden zu Einzahlungen werden können. Wegen des Ansatzes einer durchschnittlichen Transformationsdauer σ_1 treten diese "Nachzügler" indes nicht explizit in Erscheinung. Erst beim Übergang zu kürzeren Basisintervallen (etwa Wochen) würde eine Differenzierung ratsam erscheinen; man erhielte die allgemeinere Übergangsfunktion des Typs (31-2), deren Koeffizienten die Komponenten des bei LANGEN (38) so bezeichneten Liquiditätsspektrums wären.

In der Regel wird der Transformationsprozeß der Forderungen zu Einzahlungen mit Verlusten verbunden sein. Verlustfreie Transformationsprozesse zeichnen sich dadurch aus, daß die Koeffizientensumme in der Übergangsfunktion eins beträgt. Forderungsausfälle, so möchte man daraus schließen, wirken sich daher so aus, daß $\sigma_1 + \sigma_2 \leq 1$ ist. Buchhaltungstechnisch kann jedoch nichts verloren gehen, vielmehr werden die Forderungsausfälle in bestimmter Weise verbucht: Man bildet zunächst Pauschalwertberichtigungen auf Forderungen, indem ein bestimmter Prozentsatz (Wertberichtigungssatz WBS) des letzten Forderungsbestandes als uneinbringlich angesehen wird:

(3161-2) $\quad S(21,14) = WBS \cdot B(10)$

Dieser Wertberichtigungssatz ist ein Erfahrungswert, der aus Vorsichtsgründen in der Regel höher liegt als der tatsächliche Forderungsausfallsatz (FAS). Der Zugang zu den Pauschalwertberichtigungen (3161-2) muß in der folgenden

Periode aufgelöst werden, wobei er in den tatsächlichen Ausfall S(14,10) und einen a.o. Ertrag aus der Auflösung der Pauschalwertberichtigungen S(14,21) zerfällt:

(3161-3) $S(14,10) = FAS \cdot S(21,14)_{t-1}$

(3161-4) $S(14,21) = (1 - FAS) \cdot S(21,14)_{t-1}$

Der tatsächliche Ausfall kann nicht mehr zu Einzahlungen transformiert werden, weshalb er von den eingehenden Zahlungen in (3161-1) abzuziehen ist. Die endgültige Projektionsgleichung für die Forderungstransformation ist daher

(3161-5) $S(11,10) = \delta\, S(10,21)_{t-1} + (1-\delta) \cdot S(10,21) - S(14,10)$

Der Koeffizient FAS ist keineswegs auf das Intervall (o,1) beschränkt, er kann auch Werte größer eins annehmen. In diesem Fall würde der tatsächliche Ausfall höher sein als die gebildete Rückstellung, was durch einen negativen a.o. Ertrag (d.h. einen a.o. Aufwand) kompensiert wird.

Ganz ähnlich der Transformation der Forderungen in Einzahlungen spielt sich die Transformation der Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen in Auszahlungen ab. Im Unterschied zu den Forderungen haben wir es hier aber mit dem eigenen Zahlungsgebaren und nicht mit dem der Kunden zu tun, außerdem setzen sich die Verbindlichkeiten aus mehreren Komponenten zusammen, für die auch verschiedene Zahlungsmodi gelten.

Rohstoffe und Handelswaren werden normalerweise mit dem Ablauf des Zahlungsziels zu Auszahlungen. Für die Investitionsgüter hingegen bestehen Konditionen, die denen gleichen, die für die eigenen Kunden gelten: ein Drittel Anzahlung drei Monate vor Auslieferung, ein Drittel bei Auslieferung und das restliche Drittel einen Monat später.

Die gesamten Auszahlungen aus dem Bezug der Faktorarten erhalten wir als Summe der für die einzelnen Güter in einer Periode fälligen Auszahlungen

(3161-6) $$S(17,11) = \varepsilon \cdot S(2,17)_{t-1} + (1-\varepsilon)\, S(2,17) + \eta \cdot S(5,17)_{t-1} + (1-\eta)\, S(5,17) + \vartheta \cdot S(8,17)_{t-1} + (1-\vartheta)\, S(8,17)$$

Während die Transformationsdauer bei den Forderungen so gut wie unbeeinflußbar ist und allein vom Zahlungsgebaren der Kunden abhängt (bekanntlich ist die Skonti-Politik praktisch unwirksam, vgl. 41, S. 519), ist bis zu einem gewissen Grad jeder Time-lag-Faktor in (3161-6) beeinflußbar, da vom eigenen Zahlungsverhalten abhängig. Diesen Faktoren kommt daher die Eigenschaft von Entscheidungsvariablen zu, deren Variation zwar keine unmittelbaren Rentabilitätswirkungen, immerhin aber Liquiditätswirkungen zeitigt (s. Abschnitt 60).

3162. Sonstige Verbindlichkeiten, sonstiges Umlaufvermögen

Beide Positionen bestehen im wesentlichen aus den Rechnungsabgrenzungsposten, die zum Zwecke der periodengerechten Erfolgsermittlung gebildet werden. Ursache ist das zeitliche Auseinanderfallen von Zahlung und Erfolgswirksamkeit, das durch buchtechnische Ertragserhöhungen (-kürzungen) bzw. Aufwandserhöhungen (-kürzungen) kompensiert wird. Ein Unterschied zwischen antizipativen und transitorischen Posten wird aufgrund der (hier) gleichen Verbuchung nicht gemacht. Wegen der geringen Bedeutung der Rechnungsabgrenzungsposten werden diese ganz grob mit dem Umsatz gekoppelt (vgl. hierzu 19, S. 344):

(3162-1) $$S(12,21) = RAAS \cdot UMS$$

(3162-2) $$S(21,20) = RAPS \cdot UMS$$

Dabei wird ausnahmsweise eine Saldierung zugelassen, die dadurch entsteht, daß transitorische und antizipative Posten zusammengefaßt werden; allein die Nettozunahme wird noch durch Sätze für aktive Rechnungsabgrenzung (RAAS) bzw. passive Rechnungsabgrenzung (RAPS) bewirkt. Sofern beide Sätze gleich groß sind, kompensieren sich auch die Aufwands- und Ertragswirkungen und ein gesonderter Ausweis in der Erfolgsrechnung erübrigt sich.

3163. Aktive Finanzierung

Die Entscheidungen, die im Rahmen der aktiven Finanzierung getroffen werden, schlagen sich im Konto "Finanzanlagen" nieder. Unter Finanzanlagen sind "grundsätzlich Geldinvestitionen in fremde Unternehmungen" (25, S. 163) zu verstehen, die sich aus Beteiligungen, Wertpapieren und langfristigen Ausleihungen (§ 151 AktG) zusammensetzen.

In aller Regel handelt es sich bei solchen Anlageentscheidungen um spezielle, nur zu bestimmten Zeitpunkten zu treffende Kaufs- und Verkaufsentscheidungen, die wegen ihres fehlenden Bezugs zum betrieblichen Geschehen auch nicht selbständig vom Modell vorgenommen, also endogen bestimmt werden können. Diese Anlageentscheidungen finden ihren Niederschlag daher in exogenen Variablen, die noch dazu Entscheidungsvariable sind. Damit ein Eingriff "von außen" in den Modellablauf ermöglicht wird, handelt es sich hier wieder um Entscheidungsvektoren, einen für Kauf, einen für Verkauf:

(3163-1) $\underline{FAK} = (FAK_1,\ldots,FAK_t,\ldots,FAK_T)$

(3163-2) $\underline{FAV} = (FAV_1,\ldots,FAV_t,\ldots,FAV_T)$

Mit Hilfe der Elemente dieser Vektoren können nun die Stromvariablen für Finanzanlagen-Kauf bzw. Finanzanlagen-Verkauf bewertet werden

(3163-3) $S(4,11)_t = FAK_t$

(3163-4) $S(11,4)_t = FAV_t$

Schließlich fallen aus den Finanzanlagen auch noch Erträge an, die mit dem eigentlichen Betriebszweck nichts zu tun haben und daher als neutrale Erträge zählen

(3163-5) $NEFA = FAES \cdot B(4)$

FAES - Finanzanlagenertragssatz

Der Einfachheit halber wird hier ein konstanter Finanzanlagenertragssatz (FAES) angenommen, der aber ohne weiteres dynamisiert und damit den jeweiligen Gegebenheiten angepaßt werden kann.

3164. Eigenfinanzierung

Nach der Herkunft des Eigenkapitals unterscheidet man die Selbstfinanzierung und die Beteiligungsfinanzierung. Während die Selbstfinanzierung in der Einbehaltung, d.h. Nichtausschüttung von Gewinnen besteht, die im Unternehmen selbst entstanden sind, rührt die Beteiligungsfinanzierung von einer Kapitalzuführung von außen her.

Der Bilanzgewinn des Modells, der nach erfolgter Systemfortschreibung auf dem Konto "Periodengewinn" verbleibt, entspricht dem Jahresüberschuß, wie er sich als Differenz von Erträgen und Aufwendungen nach Abzug der aus dem Gewinn zu entrichtenden Steuern ergibt (Gewinn nach Steuer). Für seine Verteilung gibt es zwei Möglichkeiten: Er kann teils einbehalten, teils ausgeschüttet werden. Mit der Entscheidung über die Selbstfinanzierung durch Gewinneinbehaltung ist somit gleichzeitig die Entscheidung über die Gewinnausschüttung gefällt, und umgekehrt.

Zum Zwecke der Gewinnverteilung wurde in das Kontensystem eigens ein Umbuchungskonto eingefügt. Darauf wird, gleichgültig, wie der Gewinn verwendet wird, der Bilanzgewinn B(21) gebracht, vorausgesetzt, er ist positiv:

(3164-1) $S(21,22) = \max(B(21), 0)$

Was hineingebucht worden ist, wird sogleich wieder herausgebucht, indem der Bilanzgewinn dem Eigenkapitalkonto gutgeschrieben wird:

(3164-2) $S(22,13) = S(21,22)$

Nun ist das Umbuchungskonto ausgeglichen, es weist keinen Saldo auf. Sein Sinn besteht ja allein darin, den Bilanzgewinn unter Umgehung des G+V-Kontos

(das nur die Stromvariablen S(21,1) bis S(21,20) auf der Aufwandsseite und die Stromvariablen S(1,21) bis S(20,21) auf der Ertragsseite umfaßt) auf das Eigenkapitalkonto zu bringen. Eine andere, aber umständliche Lösung des Problems bestünde darin, den Bilanzgewinn direkt auf das Eigenkapitalkonto zu übertragen, so daß der Anfangsbestand der neuen Periode um den Gewinn höher ist als der Endbestand der alten Periode.

Dieses Verfahren hätte nicht nur den Nachteil, daß hierzu nach jeder Periode eine gesonderte Berechnung stattfinden müßte; es wäre zudem unkorrekt, da explizit keine Buchung erscheint mit der Folge, daß in der Bewegungsbilanz dieser Vorgang überhaupt nicht registriert werden kann. So aber wird die Umbuchung automatisch im System der Fortschreibungsgleichungen durchgeführt und das Ergebnis in der Bewegungsbilanz erfaßt.

Unzulässig wäre es auch, eine direkte Verbuchung der Art:

$$S(21,13) = B(21)$$

vorzunehmen, da hierbei der Bilanzgewinn der Vorperiode(n) als Aufwand der laufenden Periode erschiene und zu völlig falschen Gewinnermittlungen führte.

Der ganze Bilanzgewinn ist nun dem Eigenkapitalkonto zugeschlagen worden, von dem aus auch die Gewinnausschüttung erfolgt. Wieviel ausgeschüttet wird, ist entscheidungsabhängig und wird daher durch die Entscheidungsvariable "Ausschüttungssatz vom Nettogewinn" (ASN) gesteuert

(3164-3) $$S(13,11) = ASN \cdot S(22,13)$$

Diese kann über den ganzen Simulationslauf hinweg konstant bleiben oder aber zu einem Entscheidungsvektor dynamisiert werden

(3164-4) $$\underline{ASN} = (ASN_1, \ldots, ASN_t, \ldots, ASN_T)$$

Bei bestimmten Fragestellungen, d.h. Modellexperimenten, mag es auch nötig sein, die Variable endogen zu errechnen.

Auf dem Eigenkapitalkonto verbleibt nach Abzug der Gewinnausschüttung die Gewinneinbehaltung, die identisch mit der Selbstfinanzierung (SF) ist:

(3164-5) $$SF = S(22,13) - S(13,11)$$

Die Selbstfinanzierung ist bilanziell gesehen eine Rücklagendotierung, die im vorliegenden Modell aber nicht explizit unter Rücklagen ausgewiesen wird; es wurde, wie schon dargelegt, auf die rechtliche Unterscheidung des Eigenkapitals in Grundkapital und Rücklagen verzichtet, da es allein auf den wirtschaftlichen Charakter ankommt. Würden die Rücklagen im Modell explizit erfaßt werden, dann träte als neuer Entscheidungstatbestand die Eigenkapitalerhöhung aus Gesellschaftsmitteln auf.

Da wegen (3164-1) nur positive Gewinne auf das Umbuchungskonto gelangen, ist sichergestellt, daß keine Verluste auf das Eigenkapitalkonto übertragen oder gar "ausgeschüttet" werden. Die Ausschüttung negativen Gewinns käme einer Eigenkapitalerhöhung gleich und wäre in diesem Zusammenhang unsinnig. Liegt tatsächlich ein Verlust vor, so führt die unterlassene Abbuchung dazu, daß dieser Verlust automatisch als Verlustvortrag in die nächste Periode übernommen wird. Erst wenn dieser Verlustvortrag wieder durch positive Gewinne kompensiert worden ist, kommt es erneut zu Abbuchungen.

Es kann aber auch noch einen anderen Grund geben, daß der Bilanzgewinn nicht der Verteilung zugeführt wird. Dies ist etwa der Fall, wenn der Bilanzgewinn nur jährlich, nicht dagegen jedes Quartal (die Basisperiode des Modells) zur Verteilung ansteht. Es wird dann vier Perioden lang der Bilanzgewinn auf Konto 21 kumuliert, um anschließend in der oben beschriebenen Weise behandelt zu werden. Wenngleich die jährliche Gewinnverteilung die Regel ist, kann es doch aus Gründen der Experimentieranordnung wünschenswert sein, das dadurch erzeugte pulsierende Systemverhalten (13, S. 55) zu unterdrücken und eine gleichmäßige, d.h. periodische Gewinnausschüttung zu unterstellen.

Anstatt den Bilanzgewinn als Ganzes zuerst auf das Eigenkapitalkonto zu buchen, könnte die Gewinnverteilung auch auf folgende Weise bewerkstelligt werden:

$$S(22,13) = (1 - ASN)\, S(21,22) \qquad \text{und}$$
$$S(22,11) = ASN \cdot S(21,22)$$

Bei dieser Version übernimmt gleich das Umbuchungskonto die Aufteilung des Bilanzgewinns auf Eigenkapital- und Zahlungsmittelkonto. Im Ergebnis ist dieser Weg gleich dem oben dargestellten, er unterscheidet sich lediglich im Ausweis von Gewinnausschüttung und Selbstfinanzierung in der Bewegungsbilanz: In der ersten Version läßt sich nur die Gewinnausschüttung, in der zweiten hingegen nur die Selbstfinanzierung explizit darstellen. Das ergibt sich, wie leicht überlegt werden kann, aus dem formalen Aufbau der Bewegungsbilanz (Abschnitt 322).

Als zweite Form der Eigenfinanzierung wurde die Beteiligungsfinanzierung genannt, bei der von außen dem Unternehmen Kapital zugeführt wird. Zumeist handelt es sich dabei um eine Eigenkapitalerhöhung. Obgleich es möglich ist, die Eigenkapitalerhöhung als endogene Variable zu behandeln, dürfte für die meisten Fragestellungen ihre exogene Version interessanter sein.

Wann und wieviel Eigenkapital dem Unternehmen zugeführt wird, soll durch den Entscheidungsvektor "Eigenkapitalerhöhung" (EKE) zum Ausdruck kommen; seine Elemente bestehen wie bei allen früheren Entscheidungsvektoren aus zeitlich indizierten Variablen

(3164-6) $$\underline{EKE} = (EKE_1, \ldots, EKE_t, \ldots, EKE_T)$$

welche der Bewertung der Stromvariablen

(3164-7) $$S(11,13)_t = EKE_t$$

dienen. Hierdurch wird es wieder möglich, gezielt von außen in den Simulationslauf einzugreifen. Unter bestimmten Umständen kann diese Entscheidung der Eigenkapitalerhöhung auch durch einprogrammierte Entscheidungsregeln getroffen werden (bedingte Strategien).

3165. Fremdfinanzierung

Ebenso wie bei der Eigenfinanzierung unterscheidet man auch bei der Fremdfinanzierung eine Außen- und eine Innenfinanzierung. Die Kapitalzuführung von außen besteht in der Aufnahme von Krediten, wohingegen die Kapitalzuführung von innen aus den Pensionsrückstellungen stammt.

Die Kreditfinanzierung läßt sich nach der Fristigkeit des aufgenommenen Kapitals wieder in kurzfristige und in langfristige Finanzierung unterscheiden. Als langfristig gelten alle Kredite mit einer Laufzeit über vier Jahren, zu den kurzfristigen zählt der Rest inklusive Kontokorrentkredite.

Wenden wir uns zunächst den langfristigen Verbindlichkeiten zu. Das Volumen des Fremdkapitalzugangs hängt von zwei Faktoren ab: von finanziellen Beschränkungen und vom Volumen des zurückgezahlten Kapitals. Die finanziellen Restriktionen können interner Art oder externer Art sein, je nachdem, ob die Beschränkungen vom Kapitalaufnehmer oder vom Kapitalgeber ausgehen. Im ersten Fall sind es eher selbst auferlegte Beschränkungen, die darum Entscheidungscharakter tragen, während im zweiten Fall Daten gesetzt werden.

Die wichtigste finanzwirtschaftliche Entscheidungsvariable ist das "marginale Finanzierungsverhältnis", das wie folgt definiert ist:

$$FVM = \frac{\text{Nettozugang an Fremdkapital in einer Periode}}{\text{Nettozugang an Eigenkapital in einer Periode}}$$

Beträgt FVM in einer Periode beispielsweise eins, so bedeutet das, daß für jede zusätzliche Mark an Eigenkapital (aus Selbstfinanzierung) eine zusätzliche Mark Fremdkapital aufgenommen wird (oder wurde). Daran zeigt sich auch der dynamische Charakter dieser Entscheidungsvariablen: Sie kann im Zeitablauf konstant bleiben. Je nachdem, ob das aktuelle durchschnittliche Finanzierungsverhältnis (Kapitalstruktur)

$$FVD = \frac{\text{Bestand an Fremdkapital}}{\text{Bestand an Eigenkapital}}$$

kleiner oder größer ist als das marginale Finanzierungsverhältnis, erfährt dieses eine ständige Vergrößerung bzw. Verkleinerung im Laufe der Zeit. Umgekehrt ausgedrückt: Würde man die bestehende Kapitalstruktur ändern wollen, und soll die Änderung nicht ruckartig erfolgen, so genügt es, für eine gewisse Zeit das marginale Finanzierungsverhältnis, je nach der gewünschten Änderungsrichtung, kleiner oder größer als den Durchschnittswert zu wählen; hat das marginale Finanzierungsverhältnis einen Wert, der gleich ist dem künftig angestrebten durchschnittlichen Finanzierungsverhältnis, so erfolgt eine asymptotische Annäherung. Das gegenwärtige durchschnittliche Finanzierungsverhältnis wird beibehalten, wenn der marginale Wert gleich groß ist.

Aufgrund dieser und weiterer Eigenschaften ist FVM gegenüber FVD als Entscheidungsvariable zu bevorzugen, wiewohl auch FVD im Prinzip als Entscheidungsvariable geeignet wäre. Bei FVD gestaltet sich indessen die Formulierung von Übergangsprozessen (von einer Kapitalstruktur zur anderen) umständlich, zudem ändert FVD sich ständig, wenn FVM konstant gehalten wird und dem Wert nach nicht gleich FVD ist. Wie aber in Abschnitt 61 gezeigt wird, ist gerade ein konstantes FVM ein Kennzeichen gleichgewichtigen Wachstums.

Um den Bruttozugang an Fremdkapital einer Periode zu erhalten, muß neben dem zusätzlich aufgenommenen Kapital auch das in der Periode getilgte Fremdkapital ersetzt werden, wodurch sich das Gesamtvolumen aus Neuaufnahme und Tilgung zusammensetzt:

(3165-1) $\quad S(11,16) = FVM_t \cdot SF + S(16,11)$

Hierin ist FVM_t ein Element des Entscheidungsvektors

(3165-2) $\quad \underline{FVM} = (FVM_1, \ldots, FVM_t, \ldots, FVM_T)$

Die Fremdkapitaltilgungssumme $S(16,11)$ ist ein Durchschnittswert, den wir aus

(3165-3) $\quad S(16,11) = TSLV \cdot B(16)$

erhalten, wobei der Tilgungssatz für langfristige Verbindlichkeiten (TSLV) sich errechnen läßt aus

$$(3165\text{-}4) \qquad TSLV = \frac{\text{durchschnittliche Kreditlaufzeit}}{\text{Periodenlänge}}$$

Er beträgt beispielsweise bei einer Durchschnittslaufzeit von 10 Jahren und einer Periodenlänge von einem Quartal 0.025.

Die Bewegungen des kurzfristigen Kapitals lassen sich genauso strukturieren wie die des langfristigen und werden darum nicht wiedergegeben. Erwähnenswert ist jedoch die Möglichkeit der Umschuldung. Werden langfristige Kapitalien in kurzfristige transformiert, kann dies durch die Stromvariable S(16,18) ausgedrückt werden; umgekehrt bedeutet eine Umschuldung von kurz- in langfristige Verbindlichkeiten eine Fixierung der Variablen S(18,16). Die konkrete Formulierung der jeweiligen Projektionsgleichung hängt ganz vom jeweiligen Zweck ab, weshalb hier auf eine allgemeine Strukturierung verzichtet werden soll.

Die finanziellen Beschränkungen lassen sich am besten durch das durchschnittliche Finanzierungsverhältnis (FVD) ausdrücken. Sofern die Beschränkung von seiten des Fremdkapitalgebers ausgeht, mag diese in der Fixierung eines potentiellen durchschnittlichen Finanzierungsverhältnisses (PFVD) liegen, d.h. einer Fremdkapital/Eigenkapital-Relation, bis zu deren Erreichen der Fremdkapitalgeber willens ist, Kredite an das Unternehmen zu vergeben. Ein Überschreiten dieses potentiellen und also kritischen Finanzierungsverhältnisses stellt für den Kapitalgeber ein nicht mehr akzeptiertes Risiko dar.

Die Unternehmung wird in der Regel dieses Potential - dessen Zustandekommen hier nicht näher untersucht werden soll - nicht voll ausschöpfen, da sie im nicht beanspruchten Fremdkapital-Volumen ein Sicherheitsmoment sieht (vgl. hierzu 19, S. 336). Sie kann nun ihrerseits ein maximal zulässiges, selbst auferlegtes Finanzierungsverhältnis (MFVD) festlegen, das sich als Funktion des potentiellen, vom Kreditgeber tolerierten Finanzierungsverhältnisses dar-

stellt. Indirekt geschieht dies mit der Wahl des Faktors der finanziellen Sicherheit (FFS):

(3165-5) $\quad MFVD = FFS \cdot PFVD$

Dieser Sicherheitsfaktor hat den Charakter einer Entscheidungsvariablen, die die gewünschte Ausschöpfung des Kreditspielraums angibt. Er kann aber auch als Kennzahl der Kreditausnutzung dienen in der Form:

(3165-6) $\quad FFS = FVD/PFVD$

Damit von der selbstgewählten Verschuldungsobergrenze auch wirklich Beschränkungen ausgehen, muß diese bei Erreichen oder Überschreiten eine Maßnahme auslösen. Da diese Maßnahme vom Eintritt einer Bedingung abhängt, kann sie allgemein als bedingte Entscheidung oder bedingte Strategie bezeichnet werden. Ein Beispiel für eine bedingte Entscheidung zeigt die folgende Funktion, bei der von der Eigenschaft von FVM Gebrauch gemacht wird, FVD nicht mehr zu ändern, wenn FVM den Wert von FVD (hier speziell: von MFVD) annimmt:

(3165-7) $$FVM_t = \begin{cases} FVM_t, & \text{falls } FVD_t < MFVD \\ MFVD, & \text{falls } FVD_t \geq MFVD \end{cases}$$

Neben der externen gibt es die interne Fremdfinanzierung aus Pensionsrückstellungen. Rückstellungen sind allgemein Aufwendungen einer Periode, die erst in späteren Perioden zu Auszahlungen werden, dabei aber Fremdkapitalcharakter aufweisen; im Vergleich zu "sicheren" Verbindlichkeiten stellen Rückstellungen "ungewisse" Verbindlichkeiten dar (vgl. 70, S. 384).

Ihre Fristigkeit ist sehr verschieden: Neben den kurzfristigen, etwa für Steuern gebildeten Rückstellungen gibt es die langfristigen Pensionsrückstellungen, die zumeist den Großteil aller Rückstellungen ausmachen. Aus der Zeitdauer zwischen Bildung und Auflösung erklärt sich ihr Finanzierungscharakter.

Statt eines exakten versicherungsmathematischen Ansatzes, bei dem auch die

Altersstruktur der Belegschaft Berücksichtigung findet, soll in diesem Modell nur ein einfacher Zusammenhang mit den Standardarbeitsstunden postuliert werden. Im Prinzip läßt sich bei einer überragenden Bedeutung der Pensionsrückstellungen auch die Änderung der Altersstruktur in einem Untermodell simulieren und zur Grundlage genauerer Berechnungen machen. Der Rückstellungsaufwand betrage

(3165-8) $S(21,15) = RSS \cdot A$

RSS - Rückstellungssatz

Nur ein Teil der so in einer Periode gebildeten Rückstellungen führt in der nächsten Periode zu Auszahlungen und damit zur Auflösung:

(3165-9) $S(11,15) = ASRS \cdot S(21,15)_{t-1}$

ASRS - Auflösungssatz Rückstellungen

3166. Liquidität

"Die Aufrechterhaltung des finanziellen Gleichgewichts ist die Bedingung schlechthin für die Existenz der Unternehmen..." (19, S. 274). Es ist eine mehr philosophische Frage, ob in der Liquidität ein Ziel oder einfach eine Nebenbedingung gesehen wird. Im Modell kommt ihr jedenfalls nur der Rang einer Bedingung zu, bei deren Einhaltung irgendwelche Ziele angestrebt werden können, nicht aber der Charakter eines Ziels, da die Aufrechterhaltung der Liquidität nicht Selbstzweck ist.

Das vorliegende Simulationsmodell ist nicht nur ein dynamisches Modell, sondern hat auch die Eigenschaft eines kybernetischen Systems. Als solches weist es einen Regelkreis auf, der im Wege der kompensierenden Rückkopplung für das Gleichgewicht des Systems sorgt (vgl. 32, S. 335). Unter Gleichgewicht des Systems wird hier speziell das finanzielle Gleichgewicht verstanden, das aufrechtzuerhalten die Aufgabe des Regelkreises ist.

Es versteht sich, daß unter Liquidität nur der dynamische, auf Stromgrößen basierende Liquiditätsbegriff gemeint sein kann, nicht hingegen der statische,

der auf Relationen von Bestandsgrößen beruht. Nach gängiger Definition gilt die (dynamische) Liquidität als aufrechterhalten, wenn zu jedem Zeitpunkt die kumulierte Summe der Einzahlungen über der kumulierten Summe der Auszahlungen liegt (vgl. 40, S. 42). Theoretisch müßten die Abstände der Zeitpunkte unendlich klein sein, um jederzeit die Liquidität zu gewährleisten; praktisch relevant sind aber nur Intervallgrößen von einem Tag aufwärts.

Bei einer Vergrößerung des Intervalls zeigt sich indes, daß zwar die Liquidität des ganzen Zeitraums gewährleistet werden kann, daß damit aber nicht auch die Liquidität zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb des Intervalls gesichert ist. Wenn wie in diesem Modell die Periodenlänge ein Quartal beträgt, so bedeutet dies, daß es zu kurzfristigen Liquiditätsanspannungen kommen kann, obwohl über den ganzen Zeitraum hinweg gesehen sich die Ein- und Auszahlungsströme ausgleichen müßten. Die Bedeutung dieser Erscheinung ist allerdings deshalb gering und sollte nicht überbewertet werden, weil das Modell für mittel- bis langfristige Zeiträume konzipiert ist und die typische Aufgabe der kurzfristigen Finanzplanung, die Spitzen von Ein- und Auszahlungen zu glätten, dabei von untergeordneter Bedeutung ist. Das Risiko der Illiquidität findet allerdings dadurch Berücksichtigung, daß ein Sicherheits- (bzw. Soll-) bestand an liquiden Mitteln vorgesehen ist, der eine Pufferfunktion zum Ausgleich der Zahlungsmittel-Bedarfsspitzen erfüllen soll.[1]

Zum Verständnis des Liquiditäts-Regelkreises sei zunächst der allgemeine Aufbau eines Regelkreises beschrieben. "Der Regelkreis stellt ein geschlossenes Rückkopplungssystem dar, das gegenüber äußeren oder inneren Einwirkungen relativ stabil bleibt ...Er besteht aus zwei - für sich genommen rückwirkungsfreien - Hauptteilen (Gliedern); dem zu regelnden Objekt, der Regelstrecke, und der regelnden Einrichtung, dem Regler, Aufgabe des Reglers ist es hierbei, eine bestimmte veränderliche Größe, die Regelgröße, entgegen störenden Einwirkungen gemäß einer vorgegebenen Funktion, der Führungsgröße, zu variieren. Das wird dadurch erreicht, daß der Regler die Ergebnisse seiner regulierenden Maßnahmen , die über die Stellgröße erfolgen,

1 Zur Planung liquider Reservemittel siehe Hartmann (22).

ständig kontrolliert und dementsprechend seine weiteren Maßnahmen gestaltet" (32, S. 521). In Abb. 31.5 ist das Schema des Regelkreises wiedergegeben.

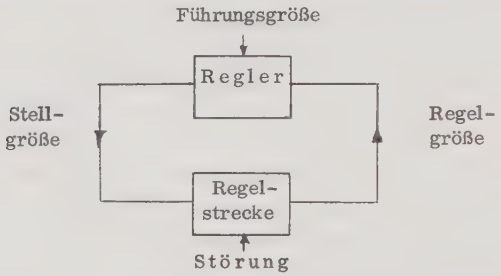


Abb. 31.5: Struktur und Funktionsschema des Regelkreises (nach KLAUS, 32, S. 521)

Übertragen auf die hier zu regelnde Liquidität besteht die Funktion eines Liquiditätsregelkreises darin, anhand eines Istwerts (der Regelgröße) zu prüfen, ob in der vergangenen Periode das finanzwirtschaftliche Gleichgewicht gewahrt war, um im Falle einer Abweichung von der Norm (Führungsgröße) geeignete Korrekturmaßnahmen in der laufenden Periode zu bewirken (über die Stellgröße). Zumeist wird es nicht gelingen, Regelabweichungen (in Höhe der Differenz zwischen Führungsgröße und Regelgröße) auf Anhieb zu beseitigen, vielmehr kann es einige Perioden dauern, bis eine "Störung" ausgeregelt ist. Wichtig ist dabei vor allem, daß Regelabweichungen vollständig kompensiert werden, damit das System nicht instabil wird. Bei geeigneter Konstruktion des Regelkreises kann diese automatische Selbstregulation auch erreicht werden, die, wie oben schon erwähnt, Grundbedingung eines stabilen Systems ist.

Wäre in dem vorliegenden Modell beispielsweise kein (Liquiditäts-) Regelkreis vorhanden, dann würde das System "davonlaufen", d.h., das ZM-Konto würde mit der Zeit entweder stark anwachsen oder stark überzogen werden. Je nach Betrachtungsweise kommt dem Regelkreis damit die Eigenschaft der "Zielstrebigkeit" (32, S. 727) oder auch die Funktion einer Nebenbedingung in einem analytischen Modell zu. Ebensowenig, wie bei einem analytischen Modell

(etwa ein lineares Programm) Nebenbedingungen (oder wenigstens eine Nebenbedingung) fehlen dürfen, kann also auch bei dynamischen Systemen auf Regelkreise (wenigstens einer) verzichtet werden.

Für das vorliegende Modell finden statt einem sogar zwei Liquiditätsregelkreise Verwendung, allerdings nicht gleichzeitig, sondern alternativ. Sie unterscheiden sich im wesentlichen durch die Stellgröße. Während beim Liquiditätsregelkreis I die Wachstumsrate exogen vorgegeben ist (vgl. Abschnitt 3130), womit der Kapitalbedarf determiniert ist und die Kapitaldeckung darauf eingestellt werden muß, ist es beim Liquiditätsregelkreis II gerade umgekehrt: Hier ist die Kapitaldeckung determiniert und der Kapitalbedarf muß daran ausgerichtet werden. Welcher der beiden Regelkreise benützt wird, hängt daher von den gerade herrschenden Bedingungen ab.

Zunächst wird der einfach aufgebaute Liquiditätsregelkreis I (LRK I), sodann der kompliziertere Liquiditätsregelkreis II (LRK II) erörtert. Gemeinsam ist beiden Regelkreisen das zu regelnde Objekt, die Regelstrecke, die aus den Ein- und Auszahlungsströmen einer Periode besteht. Der Wert der einzelnen Zahlungsstromkomponenten ergibt sich hierbei aus den betreffenden Projektionsgleichungen. Ebenfalls gleich ist bei beiden Regelkreisen die Regelgröße, der Wert also, der Aufschluß über die Einhaltung des finanzwirtschaftlichen Gleichgewichts geben soll: Dies ist der Zahlungsmittel-Istbestand, der in der Bilanz am Ende der vorhergehenden Periode als Bestand des Zahlungsmittelkontos erscheint.

Der Istbestand wird mit der Führungsgröße, dem Zahlungsmittel-Sollbestand, verglichen. Dieser Sollbestand hat die Funktion eines Sicherheitsbestandes und ist im einfachsten Fall ein Festwert, der für die ganze simulierte Planungsperiode gleich bleibt. Er ist so zu bemessen, daß kurzfristig auftretende Liquiditätsbedarfsspitzen mit einer gewissen, vorgegebenen Wahrscheinlichkeit aufgefangen werden können.

Eine solche Festwertregelung (siehe 32, S. 201) weist aber den Nachteil auf, daß bei einem im Laufe der Zeit ansteigenden Geschäftsvolumen der

Sicherheitsbestand zu gering wird. Obendrein gehen von einer - im Vergleich zu den übrigen Beständen - regressiven Entwicklung des Sollbestands wachstumsfördernde Impulse aus, die es schon aus Vergleichbarkeitsgründen zu vermeiden gilt. Aus diesem Grunde muß der Sollbestand dynamisiert werden, wodurch aus der Festwertregelung eine Folgeregelung (siehe 32, S. 204) wird. Die Dynamisierung kann etwa dadurch erfolgen, daß der Sollbestand mit der (geglätteten oder exogenen) Kapazitätswachstumsrate (WR) wächst:

$$(3166\text{-}1) \qquad B(11)_t^{soll} = (1 + WR) \cdot B(11)_{t-1}^{soll}$$

Das Ergebnis des Vergleichs von Sollgröße und Istgröße, also von Zahlungsmittel-Sollbestand und Zahlungsmittel-Istbestand am Ende der vorangegangenen Periode, ist die Regelabweichung

$$(3166\text{-}2) \qquad RA_t = B(11)_{t-1}^{ist} - B(11)_{t-1}^{soll}$$

Sie gibt an, um wieviel der Zahlungsmittelbestand zu Beginn der laufenden Periode zu gering (oder auch zu hoch) ausgefallen war. Die Aufgabe des Reglers ist es nun, durch eine Abstimmung der Aus- und Einzahlungen die Liquiditätsbedingung

$$(3166\text{-}3) \qquad RA + \sum_{J=1}^{21} S(11,J) - \sum_{J=1}^{21} S(J,11) = 0$$

zu erfüllen. Und hier unterscheiden sich nun die beiden Regelkreise, da die Abstimmung ganz von den Bedingungen abhängt, unter denen sie operieren.

Beim LRK I fungiert die Stromvariable S(11,16) - Aufnahme von langfristigem Fremdkapital - als Abstimmungsvariable und damit als Stellgröße des Regelkreises. Die Stellgröße ist eine Funktion der Regelabweichung (Zahlungsmittelfehlbestand oder -überdeckung) und läßt sich im vorliegenden Fall einfach durch Freistellen aus (3166-3) gewinnen:

$$(3166\text{-}4) \qquad S(11,16) = \sum_{J=1}^{21} S(J,11) - \sum_{\substack{J=1 \\ J \neq 16}}^{21} S(11,J) - RA$$

Obige Gleichung stellt den Regler von LRK I dar. Wie man sieht, sorgt er immer dafür, daß sowohl das Defizit der laufenden, als auch das Defizit der vergangenen Periode (Regelabweichung) ausgeglichen wird. Die Berechnung setzt voraus, daß bereits alle anderen Zahlungsstromgrößen der Periode durch die jeweiligen Projektionsgleichungen fixiert worden sind, weshalb Gleichung S(11,16) die letzte Gleichung des Projektionssystems sein muß.

Die exogene Festlegung der Wachstumsrate beim LRK I impliziert, daß die Kapitalbeschaffung offen bleibt, d.h. es darf nicht gleichzeitig mit W_{exogen} auch FVM fixiert werden. FVM wird in diesem Fall zu einer endogenen, vom Modell in Abhängigkeit von W_{exogen} bestimmten Variablen (siehe Gleichung (333-4)).

Im Gegensatz zum LRK I muß sich beim LRK II der Kapitalbedarf nach der Kapitaldeckung richten, was nichts anderes bedeutet, als daß die Kapitalbeschaffung (über FVM) exogen gegeben ist und die Wachstumsrate nun endogen errechnet wird. Hier ist die entscheidende Abstimmungsvariable das Investitionsvolumen bei Maschinen und Anlagen, das nach (3130-6) die endogene Wachstumsrate bestimmt, die wiederum nach (3130-9) die Kapazität der Folgeperiode determiniert. Von der Fertigungskapazität hängen schließlich alle weiteren Aktivitäten ab.

Zwei Probleme tauchen hier auf, die eine Regelung der Liquidität über das Investitionsvolumen erschweren: Die gegenseitige Abhängigkeit einiger Stromvariablen, so daß die Abstimmungsvariable nicht unmittelbar aus der Liquiditätsrestriktion (3166-3) errechnet werden kann, und auftretende Schwingungen, die gedämpft werden müssen. Letzteres bedeutet, daß dem Regelglied auch noch ein Dämpfungsglied hinzugefügt werden muß.

Die Interdependenz einiger Stromvariablen (darunter das gesuchte, liquiditätsmäßig zulässige Investitionsvolumen LINV) geht aus dem nachstehenden simultanen Gleichungssystem hervor, das aus sechs Gleichungen in sechs Unbekannten besteht:

(3130-11) $S(3,11) = ANSA \cdot FINV_{t+1}$

(3161-6) $S(17,11) = \varepsilon\, S(2,17)_{t-1} + (1-\varepsilon)\, S(2,17) + \eta\, S(5,17)_{t-1} + (1-\eta)\, S(5,17) + \eta S(8,17)_{t-1} + (1-\eta)\, S(8,17)$

(3131-3) $S(2,17) = FINV_t - S(3,11)_{t-1} = FINV_t - ANSA.FINV_t^*$

(3130-12) $FINV_{t+1}^* = \alpha FINV_t + (1-\alpha)\, FINV_t$

(3131-2) $FINV_t = LINV_t - S(2,21)$

(3166-3) $RA + \sum_{J=1}^{21} S(11,J) - \sum_{J=1}^{21} S(J,11) = 0$

Die Unbekannten $S(3,11)$, $S(17,11)$, $S(2,17)$, FINV, $FINV_{t+1}^*$ und schließlich die Abstimmungsvariable LINV können leicht nach dem Einsetzverfahren gefunden werden.

Wie schon beim LRK I gilt auch hier, daß alle übrigen Stromvariablen vorher schon fixiert worden sein müssen. Soweit das nicht möglich ist (etwa wegen anderer Interdependenzen) werden für diese Stromvariablen vorläufige Werte eingesetzt, die dann später selbständig korrigiert werden.

Im Grunde ist mit der Lösung des obigen Gleichungssystems auch die Regelung im LRK II bewältigt. Dadurch aber, daß nicht (wie z.B. in einperiodischen ökonometrischen Modellen) sämtliche Variablen simultan bestimmt werden, kann sich ein Gleichgewicht im Falle einer ungleichgewichtigen Ausgangssituation (etwa Nichteinhaltung der Liquiditätsbedingung) nicht sofort, sondern erst nach einem dynamischen Übergangsprozeß einstellen. Während beim LRK I dieser Anpassungsprozeß ohne Komplikationen abläuft, stellt sich beim LRK II eine unbeabsichtigte Rückkopplung ein, die destabilisierend wirkt. Es treten Schwingungen dadurch auf, daß in einer Periode Investitionen getätigt werden, die den Liquiditätsspielraum dieser Periode ausschöpfen (Lösung des Gleichungssystems), worauf in der nächsten Periode die Fertigungskapazität steigt - Gleichungen (3130-6) und (3130-9). Steigende Kapazität erhöht aber auch die

Anzahl der Anfangsprodukte - (311-3) - und damit den Materialverbrauch - (311-4) -, so daß schließlich auch der Materialeinkauf ansteigt - (3100-8). Insgesamt kommt es so zu einem Anstieg des Umlaufvermögens und der Aufwandsausgaben mit der Folge, daß die davon ausgehende Bindung liquider Mittel die Investitionen der nächsten Perioden drosselt. Dies währt solange, bis die ursprüngliche Mehrproduktion zu Umsatz und damit zu Einzahlungen wird, wodurch es zu einem erneuten Investitionsstoß kommt; der Zyklus beginnt von vorne.

Dieser Investitionszyklus ist in der Realität kaum und dann nicht in dieser Regelmäßigkeit zu beobachten.[1] Das reale Geschehen läßt sich in kybernetischer Sicht als eine komplexe Regelkreisstruktur auffassen, in der entstehenden Ungleichgewichte schneller und wirksamer weggeregelt werden als bei einfacher modellanalytischer Betrachtung. Ein Modell ist nicht in der Lage, den überaus komplexen Regelmechanismus der Realität (praktisch eine Vielzahl vermaschter Regelkreise) auch nur annähernd isomorph abzubilden. Das ist aber auch gar nicht nötig: Es kommt nur darauf an, wenn möglich auch auf recht einfache Weise, zu demselben Resultat zu gelangen, d.h. hier, das finanzwirtschaftliche Gleichgewicht zu wahren.

---

1 Während die Schwingungen im vorliegenden Fall modelltechnisch bedingt sind, d.h. aus der spezifischen Formulierung der Strukturgleichungen resultieren, stehen sie bei Forrester (17) im Mittelpunkt der Untersuchungen. Forrester analysiert z.B., wie sich periodische Nachfrageschwankungen vom Markt aufgrund verschiedener time lags als Produktionsschwankungen manifestieren und inwieweit diese Schwankungen dabei eine Verstärkung erfahren. In Simulationsmodellen untersucht er die Beeinflußbarkeit dieser Schwankungen durch Änderungen der Organisationsstruktur, der Lagerpolitik und der Prognosemethoden, um nur einige zu nennen. Im Gegensatz hierzu sind die Schwingungen beim vorliegenden Modell nicht von empirischem Interesse, da sie sich aus der Modellstruktur (speziell aus dem Liquiditäts-Abstimmungsmechanismus) ergeben. Dies erklärt auch die nachfolgend dargestellte "technische" Dämpfung der Schwingungen, bei der es nicht darauf ankommt, über Einwirkungen auf Entscheidungsvariable (etwa beeinflußbare time lags) die Schwingungen zu beseitigen. Vielmehr stellt die Dämpfung ein Korrektiv des unerwünschten Modellverhaltens dar, das sich ansonsten (was hier nicht geht) nur durch ein simultanes Gleichungssystem vermeiden ließe.

Der Investitionszyklus kann dadurch beseitigt werden, daß zu Anfang weniger als liquiditätsmäßig zulässig investiert wird, d.h. die Investitionsvariable und die übrigen damit zusammenhängenden Variablen müssen gedämpft werden. Da dies für alle Variablen des Gleichungssystems zu umständlich ist, werden nicht die betreffenden Variablen, sondern es wird die durch LINV bestimmte endogene Wachstumsrate - (3130-6) -:

$$W_{endogen} = (LINV-DESINV) / EIS.A$$

zur Dämpfung herangezogen. Die naheliegendsten Methoden zur Glättung - gleitender Durchschnitt und exponentielle Glättung - erweisen sich nun leider als ungeeignet. Beide Methoden vermögen zwar Amplitude und Frequenz der Schwingung zu drücken, können sie indes nicht beseitigen. Der Grund liegt darin, daß die Schwingungen auf einer Rückkopplung beruhen und sich daher selbst nähren.

Durch Verwendung einer großen Zahl von Perioden beim gleitenden Durchschnitt bzw. einer sehr kleinen Konstanten bei der exponentiellen Glättung können zwar Amplitude und Frequenz auf beliebig kleine Werte reduziert werden, dabei sinkt aber auch die Flexibilität drastisch, ein Nachteil, der nicht in Kauf genommen werden kann. Erst eine Art Kombination beider Methoden erbringt den gewünschten Erfolg:

(3166-5) $$WG_t = \alpha W_t + (1 - \alpha)\, DWG_t$$

wobei $$DWG_t = SUMWG_t / \min(n, t)$$

$$SUMWG = \begin{cases} \sum_{\tau=t-1}^{t-n} WG_\tau, & \text{falls } t > n \\ \sum_{\tau=0}^{t-1} WG_\tau, & \text{falls } 2 \leq t \leq n \end{cases}$$

$t = 1, \ldots, T$ Index der Perioden des Planungszeitraums

W = endogene Wachstumsrate
WG = geglättete (endogene) Wachstumsrate
DWG = durchschnittliche Wachstumsrate

SUMWG - Summe der geglätteten Wachstumsraten
n - Zahl der Gewichtungsperioden für den gleitenden Durchschnitt
α - Dämpfungsfaktor

Dieses etwas aufwendige Verfahren ist notwendig, um den beiden widersprüchlichen Forderungen nach sowohl starker Dämpfung wie auch hoher Flexibilität gerecht zu werden. Wie man sieht, verläuft die Glättung teilweise nach der Methode des gleitenden Durchschnitts, wobei aber in den ersten n Perioden die Gewichtung schwächer ist und dann nach und nach steigt. Die endgültige, geglättete Wachstumsrate ist dann selbst das Ergebnis einer weiteren Gewichtung.

Der Dämpfungsmechanismus arbeitet damit nach dem Prinzip des "kriechenden Pflocks" (bekannt aus der Volkswirtschaftslehre als Wechselkursmechanismus): Je länger und je weiter weg sich die ungedämpfte Wachstumsrate von ihrem bisherigen Durchschnittswert entfernt, desto schneller wird diese durchschnittliche Wachstumsrate (der "Pflock") "nachgezogen". Die Konstante α legt dabei den relativen Spielraum fest, innerhalb dessen die gedämpfte Wachstumsrate vom Durchschnittswert abweichen kann, während n (die Anzahl der Gewichtungsperioden) die Trägheit der Anpassung bestimmt. Dieser Mechanismus hat sich, nach richtiger Einstellung der Parameter α und n, recht gut bewährt.[1]

Die geglättete Wachstumsrate WG ist nun die Regelgröße, die auf die Regelstrecke (Ein- und Auszahlungsströme) einwirkt: über (3130-8) wird die Investition der laufenden und über (3130-9) die Kapazität der folgenden Periode festgelegt. Durch die damit verbundenen Gleichungen erfahren schließlich auch alle übrigen Stromvariablen ihre Fixierung.

---

1 Hier sei nochmals daran erinnert, daß diese Dämpfung "technischer Natur" ist und dazu dient, die Schwingungen einer sich aus der Modellstruktur ergebenden Rückkopplung zu beseitigen. Sie stellt keinen Eingriff in eine Verhaltensweise dar, wie dies etwa bei Forrester geschieht (vgl. Fußnote S. 113).

Die Ausführungen über die Liquidität, deren Sicherung zu den wichtigsten Bedingungen einer funktionierenden Betriebswirtschaft zählt, haben deutlich werden lassen, wie eng verzahnt alle Teilbereiche eines Betriebes sind und wie sie im Modell durch und über die Liquidität koordiniert und damit integriert werden. Möglich wird diese Integration nur deshalb, weil praktisch alle Teilbereiche auf die Liquidität einwirken bzw. davon beeinflußt werden und weil in den Projektionsgleichungen diese Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zum Ausdruck kommen. Das Modell kann natürlich nicht sämtliche Wechselwirkungen einfangen, es genügt aber, wenn darin die wichtigsten enthalten sind. Die relevanten Zusammenhänge zu erkennen und abzubilden ist ja die eigentliche Aufgabe bei der Modellkonstruktion.

Die Funktion der Liquidität als Koordinations- und Lenkungsinstrument kann noch dadurch verbessert werden, daß statt der isolierten Planung entweder der Kapitaldeckung (LRK I) oder des Kapitalbedarfs (LRK II) sowohl Kapitalbedarf als auch Kapitaldeckung simultan, d.h. gleichzeitig geplant werden. Dazu bedürfte es eines in das Simulationsmodell integrierten Optimierungsmodells, das die Liquiditätsabstimmung mit einer großen Zahl von Variablen vornimmt (primär handelt es sich dabei um sämtliche Zahlungsströme, sekundär um alle Größen, welche die Zahlungsströme bestimmen). Dennoch gelingt auch hierbei nur eine optimale Abstimmung der einen, laufenden Periode, nicht aber aller Perioden gleichzeitig. Dies erforderte ein Total-Optimierungsmodell, das bis heute noch nicht verwirklicht ist.

Wegen des mit der Modellierung eines Liquiditäts-Optimierungsmodells verbundenen Aufwands einerseits und dem für das vorliegende hochaggregierte Modell damit erzielten geringen Nutzens andererseits ist auf eine Erweiterung in dieser Richtung verzichtet worden. Dieses Modell ist praxisorientiert und würde daher auch zunächst eine theoretische Abklärung der mit der Liquiditätsoptimierung verbundenen Schwierigkeiten voraussetzen.

Die Abbildung 31.6 (nächste Seite) gibt in vereinfachter Form die Abhängigkeiten wieder, die durch die Projektionsgleichungen des Abschnitts 31 formuliert worden sind. Sie läßt deutlich die enge Verzahnung aller Größen erkennen. Einige exogene Einwirkungen auf das System sind durch Dreiecke, Mengenvariable durch Kreise und Teilmodelle durch Ovale repräsentiert.

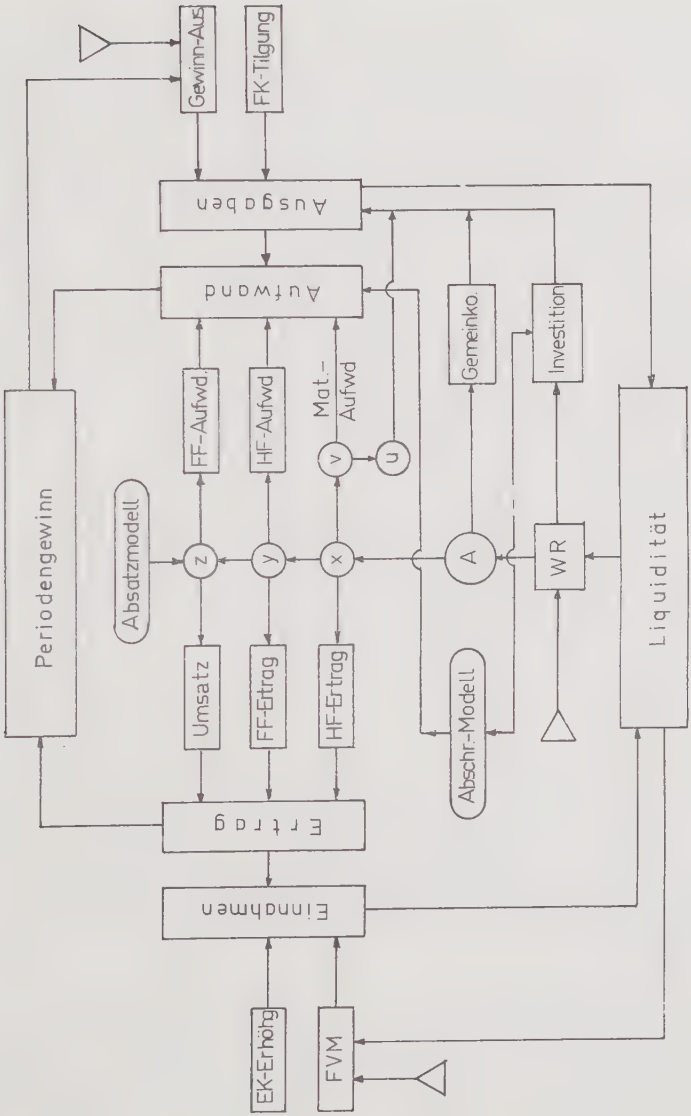


Abb. 31.6: Flußgraf der wichtigsten Komponenten (vgl. Fußnote auf der linken Seite)

32. Startbedingungen

Ein typisches Kennzeichen von dynamischen Modellen, insbesondere von Simulationsmodellen, ist, daß zu ihrem "Start" eine Reihe von Größen initialisiert werden muß. Diese Initialisierung ist notwendig, weil zu Beginn des Simulationslaufs für die dynamischen Relationen keine Werte für die Zeit vor dem Planungszeitpunkt vorhanden sind, während in späteren Perioden des Planungszeitraums das Modell auf selbst errechnete Werte vorangegangener Zeiträume zurückgreifen kann.

Obgleich die Startbedingungen logisch an den Anfang der Modellbeschreibung gehörten, werden sie erst jetzt im Anschluß daran gebracht, weil zu ihrem Verständnis die Kenntnis der Modellstruktur Voraussetzung ist.

Wenn sich die Initialisierung der Variablen darauf beschränkte, ihren numerischen Wert aus Werten der Vergangenheit zu gewinnen, die zum Planungszeitpunkt Daten sind und daher keine Prognose erfordern, gäbe es bei den Startbedingungen allenfalls Schätzprobleme. In Wirklichkeit gestaltet sich das Festlegen von Startwerten viel schwieriger, und zwar aus zwei Gründen:

- Das vorliegende Simulationsmodell ist nicht-stationär oder evolutorisch
- Bei der Initialisierung treten Inkonsistenzen in den Parameterwerten auf.

Evolutorische Systeme sind - im Gegensatz zu stationären Systemen - dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitreihen der (endogenen) Variablen Änderungen unterworfen sind (vgl. dazu 59, S. 263). Dies läßt sich beispielsweise an den Bilanzpositionen ablesen, die im Zeitablauf nicht konstant bleiben, wenn das Unternehmen wächst.

Weil es zumeist schwierig ist, auf Anhieb die richtigen Startwerte zu finden, kann man sich bei stationären Systemen (beispielsweise Simulationsmodelle zur Lagersimulation) dadurch helfen, daß man das System "leer" startet und einige Perioden abwartet, bis sich von selbst ein stationärer Gleichgewichts-

zustand eingespielt hat (vgl. 14, S. 190). Mit den daraus sich ergebenden Werten kann dann das System von neuem gestartet werden. Bei evolutorischen Systemen ist dieser Weg nicht gangbar. Der Systemzustand, gemessen etwa an den Bilanzbeständen, würde sich während des Einschwingvorgangs fortentwickelt haben, so daß die Zeitdimension der Projektionsbilanzen nicht mehr stimmt. Rückgängig machen läßt sich die Änderung des Systemzustands indessen auch nicht.

Es bleibt bei evolutorischen Systemen wie dem vorliegenden damit nur die Möglichkeit, a priori Startbedingungen zu finden, welche eine Einschwingzeit erübrigen. Das bedeutet, daß vom Startzeitpunkt weg die Startbedingungen "stimmen" müssen. Erschwert wird dies noch dadurch, daß die Startbedingungen teilweise zugleich Bedingungen gleichgewichtigen Wachstums sind, also eines dynamischen (nicht statischen) Gleichgewichts. Das System darf also nicht nur keine Einschwingzeit aufweisen, es darf auch keine "Anlaufzeit" zeigen, wie sie beim Übergang von der Stagnation zur Expansion auftritt. Vielmehr soll die projizierte Entwicklung ohne Bruch als die Verlängerung bzw. Fortsetzung der bisherigen Entwicklung erscheinen, es muß also ein "fliegender" und kein "stehender" Start zustandekommen. Die Startbedingungen müssen daher neutral sein in dem Sinne, daß von ihnen keine Störungen auf die zeitliche Entwicklung des Systems ausgeht.

In engem Zusammenhang damit steht auch der zweite, oben angeführte Punkt, der die Inkonsistenz von Parameterwerten in den Startbedingungen betrifft. Damit sind nicht die (immer vorhandenen) Schätzprobleme gemeint, sondern das Phänomen, daß die Struktur des Modells nicht völlig mit der Struktur des realen Systems übereinstimmt. Mit dem Übergang von der Vergangenheit in die Zukunft ist auch ein Übergang von einer Struktur zur anderen verbunden, und die von der Strukturänderung ausgehenden Einflüsse auf das Modellverhalten müssen nach Möglichkeit von den Startbedingungen absorbiert werden.

Das dynamische Gleichgewichtsproblem wird im folgenden Abschnitt mit der Festlegung der Mengenvariablen des güterwirtschaftlichen Bereichs abgehandelt. Im

darauffolgenden Abschnitt geht es um die Wertvariablen, wobei das Inkonsistenzproblem zutage tritt.

320. Mengenvariable des Güterstroms

Der stationäre Fall, bei dem das System keine Änderungen erfährt, läßt sich durch folgende Gleichungen charakterisieren:

(320-1)
$$u_t = u_{t-1} = u_{t-2} = \dots$$
$$v_t = v_{t-1} = v_{t-2} = \dots$$
$$x_t = x_{t-1} = x_{t-2} = \dots$$
$$\dots$$
$$z_t = z_{t-1} = z_{t-2} = \dots$$

und
$$z_t = y_t = x_t = v_t = u_t$$

Demgegenüber zeichnet sich das Wachstum dadurch aus, daß gilt

(320-2)
$$u_t > u_{t-1} > u_{t-2} \dots$$
$$x_t > x_{t-1} > x_{t-2} \dots$$
$$\dots$$
$$z_t > z_{t-1} > z_{t-2} \dots$$
$$z_t > y_t > x_t, \quad u_t > v_t$$

Ein gleichgewichtiges Wachstum liegt aber erst vor, wenn die folgenden Gleichgewichtsbedingungen eingehalten werden:

(320-3)
$$x_t = w.x_{t-1} \qquad \text{wobei } w = 1+W$$
$$\dots$$
$$z_t = w.z_{t-1}$$

Während das Verhältnis der gleichen Variablen zu verschiedenen Zeitpunkten durch die Wachstumsrate w ausgedrückt wird, bestimmt sich das Verhältnis der verschiedenen Variablen zum gleichen Zeitpunkt nach den Übergangsfunk-

tionen. Ihrer gegenseitigen Abhängigkeit wegen lassen sie sich nur aus einem simultanen Gleichungssystem bestimmen.

Dieses Gleichungssystem wird entwickelt aus den Gleichungen (311-3), (311-1), (312-1) in Verbindung mit (320-3).

$$x_{t-1} = (A_t - \sigma_2 APS.x_{t-1} - \sigma_3 \frac{APS.x_{t-1}}{w}) / w \cdot \sigma_1 APS$$

(320-4) $$x_{t-1} = w.A_t / APS(w^2\sigma_1 + w\cdot\sigma_2 + \sigma_3)$$

$$y_t = (\beta - 1)\, x_{t-2} + (2 - \beta)\, x_{t-1}$$

(320-5) $$y_t = (\beta - 1)\, x_{t-1}/w + (2 - \beta)\, x_{t-1}$$

$$z_t = \gamma\, y_{t-1} + (1 - \gamma)\, y_t$$

(320-6) $$z_t = \gamma\, y_t/w + (1 - \gamma)\, y_t$$

für $t = 0$;

z_t = UMS/PP (aus (312-4))

Es stellt ein nichtlineares System dar mit drei Gleichungen in den drei Unbekannten x_{t-1}, y_t, w. Die übrigen Mengenvariablen (v_t, x_t) können abgeleitet werden. Die Lösung liefert die Mengenkomponenten für eine Reihe von zu initialisierenden Basisstromvariablen.

Bevor noch auf eine andere Möglichkeit der Gewinnung der Mengenvariablen eingegangen wird, soll auf den typischen Vorlauf der "produzierten" gegenüber der "verkauften" Kapazität hingewiesen werden, der sich im Fall des Wachstums ergibt. Aus (320-1) und (311-3) wird im stationären Fall

$$x_t = A/APS = z_t$$

Da aber nach (312-4) für z auch gilt: z_t = UMS/PP, heißt das, daß sich ein positives Wachstum nur einstellt, wenn folgende Ungleichung gilt:

(321-7) $$z_t = UMS/PP < A/APS$$

In dieser Fassung wird das Wachstumsphänomen besonders deutlich. Aus der Diskrepanz (dem Vorlauf) zwischen produzierter und verkaufter Kapazität wird letztlich auch die gleichgewichtige Wachstumsrate w errechnet.

Diese Überlegungen könnten den Schluß nahelegen, die Wachstumsrate irgendeines zukünftigen Zeitpunktes ließe sich auf recht einfache Weise analytisch und nicht durch Simulation ausrechnen. Dies wäre aber ein Trugschluß, weil ja gerade die Verwerfung von produzierter und verkaufter Kapazität das Ergebnis des sehr komplexen Ineinanderwirkens aller Modellbausteine und damit der Simulation ist, und jede Struktur- und Variablenwertänderung sich mehr oder minder stark in dieser Verwerfung niederschlägt. Schon aus dieser Sicht wird klar, welche Bedeutung und welche Aussagekraft die Wachstumsrate im Modell hat, noch dazu, wo sie eine reale Wachstumsrate ist. Diese Eigenschaft wird dann nützlich sein, wenn veränderliche Preise (Abschn. 341) Berücksichtigung finden.

Eine zweite, hier allerdings nicht verwendete Alternative zur Berechnung der Start-Mengenvariablen geht von der Beobachtung aus, daß sich der Wachstumsvorgang, anstatt im Vorlauf der produzierten gegenüber der verkauften Kapazität, in einem Anstieg der Bestände an Rohstoffen, Halb- und Fertigfabrikaten manifestiert. Aus den gegebenen Werten: Zunahme der Rohstoffe, der Halb- und Fertigfabrikate wird auf die Mengenvariablen zurückgerechnet. Dieses Verfahren ist aber, wiewohl es mit nur zwei Gleichungen und zwei Unbekannten (w,y) auskommt, unter Umständen sehr ungenau, da die Genauigkeit der Daten über die Bestandszunahmen stark von Erfassungs- und Bewertungsmethoden abhängt. In bestimmten Fällen mag dieser Weg aber eine echte Alternative zu dem hier gezeigten Verfahren sein.

321. Die übrigen Startwerte

Im wesentlichen handelt es sich hierbei um die Stromvariablen, die sich aus der Bewertung der Mengenvariablen ergeben, um Stromvariable, die in einer bestimmten Beziehung zu den Beständen stehen und einige Sonderprobleme.

Auf den Mengenvariablen (Lösung des obigen Gleichungssystems) basieren die Stromvariablen für die Zu- und Abgänge der letzten Perioden vor dem Planungszeitpunkt bei den Konten: Rohstoffe, Halb- und Fertigfabrikate. Zu ihrer Berechnung werden auch die Gemeinkosten entwickelt, um so zur Vollkostenbewertung zu gelangen. Die jeweiligen Differenzen aus Zu- und Abgängen, die Nettobestandsmehrungen, werden zwar nicht als Startwerte benötigt, sind aber für den Vergleich mit den tatsächlichen, vom Rechnungswesen für die letzte historische Periode gelieferten Bestandsänderungen vonnöten. Aus evtl. vorhandenen Diskrepanzen zwischen den errechneten und den als Daten vorliegenden Bestandsänderungen können schon erste Rückschlüsse auf die Approximation der realen Vorgänge durch das Modell gezogen werden. Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß die Daten des Rechnungswesens in hohem Maße von den verwendeten Erfassungs- und Bewertungsmethoden abhängen.

Die oben dargestellte zweite Version zur Ermittlung der Mengenvariablen benützte den umgekehrten Weg, indem es von den gegebenen Wertgrößen auf die zugrundeliegenden Mengengrößen zurückrechnete. Obgleich theoretisch völlig äquivalent, ist aus den genannten Gründen der ersten Version, die "vorwärts" rechnet, der Vorzug zu geben.

Die nächste Gruppe von Stromvariablen steht in einer bestimmten Beziehung zu Bestandsgrößen. Hier treten auch schon die eingangs dargelegten Inkonsistenzen auf. So muß der zum Planungszeitpunkt vorhandene Bestand an erhaltenen Anzahlungen, B(19), in der ersten Periode (erstes Quartal des Planungszeitraums) erfolgswirksam aufgelöst werden, d.h. es muß gelten:

(321-1) $$S(19,21)_1 = S(11,19)_0 = B(19)_0$$

Dieser Anfangswert von S(11,19) ist nur dann mit der "normalen" Bewertung durch die Projektionsgleichung (312-8) konsistent, wenn der Anzahlungssatz ANSU folgenden Wert annimmt:

$$ANSU \cdot UMS_1^* = B(19)_0$$

(321-2) $$ANSU = B(19)_0 / UMS_1^*$$

Das Inkonsistenzproblem besteht nun darin, daß ein Schätzwert, der nicht nach (321-2), sondern nach einer anderen Schätzfunktion (Gleichung (4-3)) gewonnen wurde, c.p. den Bestand an erhaltenen Anzahlungen nach der ersten Periode unspezifisch ändert. Geht man aber umgekehrt vor, indem man $S(11,19)_0$ nach (312-8) bewertet (wie dies auch in allen folgenden Perioden der Fall ist), so wird die Bedingung (321-1) nicht erfüllt, wonach zu Anfang der Wert der Variablen S(11,19) gleich dem Wert des Bestandes B(19) sein soll.

Mathematisch gesprochen heißt das, daß bestimmte Ströme nicht unabhängig von bestimmten Beständen initialisiert werden können, weil sie nach Modellrelationen funktional verknüpft sind. Da die Bestandsgrößen (Bilanzpositionen zum Planungszeitpunkt) gegeben sind, sind auch die damit zusammenhängenden Koeffizienten in ihrem Wert festgelegt. Das hat aber zur Folge, daß ein zum Planungszeitpunkt zufällig überhöhter oder verringerter Bestand zu einem Koeffizientenwert führt, der durchaus untypisch ist und der darum auch keine Gültigkeit für den Planungszeitraum haben darf.

Die praktische Konsequenz daraus ist, bei der Implementierung entweder einen "falschen" Koeffizienten (Time-lag-Faktor) zu wählen, dann tritt keine abrupte Bestandsänderung ein; oder aber man gibt der "richtigen" Stromgröße den Vorzug, dann löst die dadurch induzierte Bestandsänderung Anpassungsvorgänge aus, die der Forderung nach "neutralen" Startbedingungen zuwiderlaufen. Wie sich zeigt, ist das Inkonsistenzproblem von großer praktischer Bedeutung und würde bei einer rein theoretischen Modellkonstruktion wohl nicht in Erscheinung treten.

Die eben gemachten Ausführungen treffen genau auf zwei weitere derartige Fälle zu, die als zusätzliche Illustration dienen mögen.

Bei den Wertberichtigungen wird, ebenso wie bei den erhaltenen Anzahlungen, der Zugang der Vorperiode in der laufenden Periode aufgelöst ((3161-3), (3161-4)):

(321-3) $$S(14,10)_1 + S(14,21)_1 = S(21,14)_0 = B(14)_0$$

Andererseits gilt für S(21,14) die gewöhnliche Projektionsgleichung (3161-2), wodurch der Wertberichtigungssatz WBS sich allein aus Bestandsgrößen schätzen läßt:

$$WBS \cdot B(10)_o = B(14)_o$$

(321-4) $$WBS = B(14)_o / B(10)_o$$

Der Wertberichtigungssatz kann auch nach Gleichung (4-5) geschätzt werden, was im allgemeinen abweichende Werte erbringt.

Gleiche Verhältnisse liegen auch bei den Forderungen vor. Der Forderungsbestand zum Planungszeitpunkt muß im ersten Planungs-Quartal vollständig zu Einzahlungen transformiert werden, da er nicht, etwa wie Material, "gelagert" werden kann (dabei sei von dubiosen Forderungen abgesehen, die ja auf andere Weise berücksichtigt werden). Aus den Gleichungen für die Einzahlungstransformation der ersten Periode (3161-1) und dem Forderungszugang (312-9) errechnet sich der Startwert für S(10,21)

$$S(11,10)_1 = \delta\, S(10,21)_o + (1 - \delta)\, S(10,21)_1$$

weiter muß gelten $\delta \cdot S(10,21)_o = B(10)_o$

(321-5) $$S(10,21)_o = B(10)_o / \delta \;;$$

aus (321-5) und (312-9) erhalten wir die Schätzfunktion für den "startneutralen" Time-lag-Koeffizienten δ:

(321-6) $$\delta = B(10)_o / UMS - B(19)_o)$$

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die zu initialisierenden Stromvariablen $S(11,19)_o$, $S(21,14)_o$ und $S(10,21)_o$ ihre Werte allein aus den Beständen der Bilanz zum Planungszeitpunkt und aus den dazugehörigen Strukturgleichungen (Projektionsgleichungen) erhalten, ohne daß es dazu einer gesonderten Schätzung der Koeffizienten ANSU, WBS und δ bedürfte. Insoweit die Werte dieser startneutralen Koeffizienten nicht mit denen aus anderen Schätzfunktionen übereinstimmen, sind entweder anfängliche kleine Ungleichgewichte beim Start in Kauf zu nehmen oder aber die Koeffizienten sind im Laufe der simulierten Zeit zu ändern.

Zu den Einzelproblemen der Initialisierung zählt der Start der degressiven Abschreibung auf Maschinen (3140-6). Das hierfür benötigte Investitionsvolumen für die vor dem Planungszeitpunkt liegende Periode wird dem Bestand an Maschinen zu diesem Zeitpunkt gleichgesetzt, d.h. es wird unterstellt, daß der Anlagenbestand als Ganzes im letzten Quartal vor dem Planungszeitpunkt angeschafft worden ist:

(321-7) $$INV_0 = B(2)_0$$

Diese Annahme ist keineswegs so gravierend, wie dies scheint, sie erspart nur einen praktisch unendlichen Regreß in die Vergangenheit (siehe Abschnitt 3140).

Ebenfalls errechnet werden muß der Materiallagerbestand MLB zum Planungszeitpunkt. Da es sich bei den Lagermengen um fiktive Materialeinheiten handelt (s. 3100), können diese nicht aus dem Rechnungswesen ermittelt werden. Der Lagerwert setzt sich aus der Mengenkomponente MLB und der Wertkomponente MKS zusammen, woraus sich der fiktive, mengenmäßige Anfangsbestand ergibt:

$$B(5)_0 = MLB_1 \cdot MKS$$

(321-8) $$MLB_1 = B(5)_0 / MKS$$

Die noch verbleibenden, zu initialisierenden Variablen können nach den normalen Projektionsgleichungen und aus den bisher dargestellten Variablen entwikkelt werden bzw. gehen auf historische Werte zurück (z.B. die bilanziellen Abschreibungen).

33. Das Auswertungssystem

Die Simulationsergebnisse sind so, wie sie in Rohform anfallen, für den Adressaten nicht oder nur sehr schwer zu überblicken. Erst die nach allen Richtungen erfolgende Auswertung insbesondere der Stromgrößen liefert die gewünschten Informationen. Dabei ist das Modell schon von Anfang an daraufhin konstruiert, diese Informationen in ganz bestimmter Weise zu liefern.

Im Prinzip besteht die Aufbereitung darin, die erzeugten Werte sowohl in eine zeitlich horizontale wie auch in eine zeitlich vertikale Ordnung zu bringen. Um die zeitlich horizontale Darstellung - auf eine Periode bezogen - geht es vor allem in den weiteren Ausführungen. Die zeitlich vertikale Gliederung der Ergebnisse besteht lediglich in einer Anordnung der Periodenergebnisse (soweit von Interesse) in Zeitreihen, die die zeitliche Entwicklung einzelner Größen zu verfolgen erlauben.

Die periodische Auswertung setzt sich zusammen aus

- Projektionsbilanz
- Projektions-Bewegungsbilanz
- Projektions-Erfolgsrechnung
- bestimmten Kennziffern.

330. Bestandsbilanz

Die (Bestands-) Bilanz wird fast schon "druckreif" vom Fortschreibungssystem geliefert: Mit der Definition der Konten sind zugleich die Positionen der Prognosebilanz und damit ihre Gliederung bestimmt worden; die Weiterschreibung der zum Planungszeitpunkt vorhandenen Bilanzbestände bis zum Simulationszeitpunkt besorgen die Fortschreibungsgleichungen. Was noch bleibt, sind kleine Ergänzungen: Vorzeichenwechsel und Bilanzsumme.

Der Vorzeichenwechsel wird bei den Konten vorgenommen, die der Stellung im Kontensystem nach als Passivkonten definiert worden sind (Nr. 13 bis 21). Ihre Bestände weisen ein negatives Vorzeichen auf, das zwecks Vereinheitlichung der Fortschreibungsgleichungen durch Definition eingeführt worden ist. Im Ergebnisausdruck ist dieses Vorzeichen jedoch nicht länger erwünscht und muß deshalb umgekehrt werden. Dabei kann es vorkommen, daß trotz der Umkehrung des Vorzeichens im Laufe der Simulation einmal ein Passivposten ein negatives Vorzeichen aufweist - hier hat sich dann der tatsächliche Charakter des Kontos geändert, der nur aus seinem Vorzeichen, nicht aber aus sei-

ner Stellung abzulesen ist. Ein Beispiel für den "Charakter-Wechsel" ist das G+V-Konto, dessen Saldo in der Bilanz dann als negativ erscheint, wenn er Verlust bedeutet. Gleichermaßen kann auch ein Aktivkonto mit einem negativen Vorzeichen in der Bilanz erscheinen, so etwa das Konto Zahlungsmittel, wenn es überzogen worden ist.

In einer echten Bilanz würden negative Positionen natürlich nicht möglich sein, dort würde die betreffende Position in diesem Falle auf die jeweilige Gegenseite wechseln. Da in den Prognosebilanzen jedoch die Gliederung fixiert ist, kann sich der Wechsel des Kontencharakters nur im Wechsel des Vorzeichens bemerkbar machen - was freilich zum gleichen Ergebnis führt. - Vor Beginn der nächsten Fortschreibung muß der Vorzeichenwechsel immer wieder rückgängig gemacht werden.

Die zweite Ergänzung betrifft die Bilanzsumme. Zu ihrer Berechnung können wahlweise die Aktiv- oder die Passivposten herangezogen werden, deren Summe ja wertgleich ist. Dabei ist jedoch wieder vom tatsächlichen Kontocharakter auszugehen, was bedeutet, daß nur vorzeichengleiche Positionen (entweder negative oder positive) zusammengezählt werden dürfen, nicht hingegen die stellungsmäßigen Aktiv- oder Passivkonten. - Die Gliederung der Bilanz ist der Abb. 30.2 zu entnehmen.

331. Bewegungsbilanz

Die Bewegungsbilanz ist eine Bilanz nur aus Stromgrößen. In der Regel ist sie eine Zwischenform der zwei Extremformen: Umsatz- und Beständedifferenzbilanz. Die Umsatz- (oder besser: Strom-) bilanz erhält man dadurch, daß man die Soll- und die Habenumsätze (daher der Name) aller Konten gegenüberstellt. (Bezieht man zu den Stromgrößen auch noch die Anfangsbestände mit ein, so erhalten wir die in der Hauptabschlußübersicht manchmal verwendete sog. Summenbilanz). Wegen der Doppik-Regeln der Buchführung ist die Summe der Soll- und Habenumsätze aller Konten stets gleich, was sich auch aus der Strommatrix daraus ersehen läßt, daß jede Stromgröße zweimal erfaßt wird:

einmal in der Zeilensumme und einmal in der Spaltensumme.

Die Beständedifferenzbilanz ist die wohl ursprüngliche Bewegungsbilanz (nach BAUER, 5), die man durch Differenzenbildung aus zwei aufeinanderfolgenden (Bestands-) Bilanzen erzeugt. Wegen der Gleichheit von Bestands- und Stromdifferenzen - vgl. (31-7) - kann die Beständedifferenzbilanz genausogut aus den Stromgrößen einer Periode (Soll- und Habenbuchungen) entwickelt werden, indem man für jedes Konto die Zu- und Abströme miteinander saldiert. Auch daraus ist zu ersehen, daß die Bewegungsbilanz eine reine Bilanz der Stromgrößen ist, zu deren Herleitung es gar keiner Bestandsgrößen bedarf.

Nun zieht die totale Saldierung der Ströme (bzw. Bestände) fraglos einen Informationsverlust nach sich. Bei den in der Praxis gebrauchten Formen der Bewegungsbilanz werden aus diesem Grunde nur zum Teil Saldierungen vorgenommen. Somit läßt sich die "übliche" Bewegungsbilanz als Zwischenform der (ohne jegliche Saldierung auskommenden) Umsatzbilanz und der (auf vollständiger Saldierung beruhenden) Beständedifferenzbilanz charakterisieren.

Der Weg, auf dem wir zu der Bewegungsbilanz des Modells kommen, ist durch die Beschreibung schon vorgezeichnet. Als erstes wird die Umsatzbilanz erzeugt, deren Sollseite sich aus den Summen der Sollumsätze aller Konten (SS):

$$SS_i = \sum_{j=1}^{21} s_{ij} \qquad i = 1,\ldots,21$$

und deren Habenseite sich aus den Habenumsätzen aller Konten (HS):

$$HS_i = \sum_{j=1}^{21} s_{ji} \qquad i = 1,\ldots,21$$

ergibt. Sodann nehmen wir bei all den Konten, bei denen uns nicht die Bruttoumsätze interessieren, Saldierungen vor, wodurch wir die Nettobestandsänderungen erhalten. Je nachdem, ob hierbei die Sollumsätze mit den Habenumsätzen oder die Habenumsätze mit den Sollumsätzen saldiert werden und

ob es sich um Aktiv- oder Passivkonten handelt, sind diese Nettobestandsänderungen Nettozugänge oder Nettoabgänge. Zum Beispiel:

$$SS_{(11)} - HS_{(11)} = \text{Summe Einz.} - \text{Summe Ausz.} = \begin{cases} \text{Nettozugang, falls} > 0 \\ \text{Nettoabgang, falls} < 0 \end{cases}$$

$$HS_{(21)} - SS_{(21)} = \text{Summe Ertr.} - \text{Summe Aufw.} = \begin{cases} \text{Gewinn, falls} > 0 \\ \text{Verlust, falls} < 0 \end{cases}$$

Die Entscheidungen über die Saldierungen hängen ab vom Informationsbedürfnis des Adressaten der Modellergebnisse, sie werden außerdem beeinflußt von der Gliederung der bisher im Unternehmen verwendeten Bewegungsbilanz. Wie für die Bilanz, so gilt auch für die Bewegungsbilanz, daß ihre einmal festgelegte Gliederung unverändert bleibt. Positionen, die mit negativem Vorzeichen auf der linken Seite der Bilanz ("Mittelverwendung") erscheinen sollten, sind gedanklich der rechten Seite ("Mittelherkunft" genannt) zuzurechnen, und umgekehrt. Das Gliederungsschema des Modells ist in Abb. 33.1 wiedergegeben; die Kurzbezeichnungen der Positionen werden im Computer-Output erscheinen.

Der Ansatz dieses Modells, die Stromgrößen zum Gegenstand und zum Mittelpunkt der Projektionen zu machen, erweist sich, wie man sieht, auch bei der Auswertung als nützlich. Die gleichen Basisstromgrößen ermöglichen (über die Fortschreibungsgleichungen) nicht nur die Fortschreibung der Bestandsgrößen zu jedem Zeitpunkt und liefern so die Bestandsbilanz, aus ihnen allein kann auch noch die Bewegungsbilanz konstruiert werden. Dabei tritt die matrizielle Anordnung der Stromgrößen insofern als großer Vorteil in Erscheinung, als sie nicht nur eine logisch richtige und widerspruchsfreie Gliederung der Bestands- und Bewegungsbilanz gewährleistet, sie ermöglicht auch, für jede Bilanzart ein allgemeines Gleichungssystem aufzustellen, das nie mehr geändert zu werden braucht (etwa bei Umgestaltung der Projektionsgleichungen).

Der erste Punkt schlägt um so mehr zu Buche, je differenzierter das Kontensystem wird; würden dabei die Kontobewegungen durch eindimensionale Strom-

Abb. 33.1: Gliederungsschema der Bewegungsbilanz

Mittelverwendung	Kurzbezeichnung
1. Investition in GG (Grundstücke u.Gebäude)	GGINV
2. Investition in MA (Maschinen/masch. Anl.)	MAINV
3. Anzahlungen auf Anl., Zugang netto	ABZUGN
4. Finanzanlagen, Investitionen netto	FAINVN
5. Bestandserhöhung RO (Rohstoffe) netto	ROZUGN
6. " HF (Halbfabrikate) netto	HFZUGN
7. " FF (Fertigfabrikate) netto	FFZUGN
8. " HW (Handelswaren) "	HWZUGN
9. Anzahlungen, Zugang netto	ANZUGN
10. Erhöhung des Forderungsbestandes	FOZUGN
11. " " Zahlungsmittelbestandes	ZMZUGN
12. Zugang SU (sonst. Umlaufverm.) netto	SUZUGN
13. Gewinnausschüttung	GEWAUS
14. Tilgung der langfr. Verbindlichkeiten	LVTILG
15. Tilgung der kurzfr. "	KVTILG
Mittelherkunft	
1. Desinvestition bei GG	GGDESI
2. " " MA	MADESI
3. Eigenkapitalerhöhung (exogen von außen)	EKERVA
4. Wertberichtigungen, Zugang netto	WBZUGN
5. Rückstellungen, Zugang netto	RSZUGN
6. Langfristige Verbindlichk., Zugang brutto	LVZUGB
7. Verb. aus Lieferungen u. Leistg., Zug.n.	VLZUGN
8. kurzfristige Verbindlichkeiten, Zug. brutto	KVZUGB
9. Erhaltene Anzahlungen, Zugang netto	EAZUGN
10. Sonstige Verb., Zugang netto	SVZUGN
11. Periodengewinn	PERGEW

Die Kurzbezeichnungen wurden so gewählt, daß i.d.R. aus den beiden ersten Buchstaben das Konto zu ersehen ist, mit dem etwas geschieht, während aus den restlichen Buchstaben zu entnehmen ist, was damit geschieht.

größen beschrieben werden (wie in der Buchführung), ergäben sich nicht nur lange und unübersichtliche Fortschreibungsgleichungen, es müßten zudem auch zahlreiche Definitionsgleichungen eingefügt werden, die die Aufgabe hätten, die Buchungssätze mathematisch zu formulieren. Formale Fehler wären hier schwer zu entdecken und auszumerzen. Noch schlimmer würde sich eine Änderung von Projektionsgleichungen auswirken, die eine ganze Kette von Änderungen bei den Fortschreibungsgleichungen induzierten. Die damit verbundenen technischen Schwierigkeiten könnten die Praktikabilität eines Modells in Frage stellen.

332. Erfolgsrechnung

Die Gliederung der Erfolgsrechnung ist - im Gegensatz zur Bilanz - nicht an der aktienrechtlichen Gliederung der G+V-Rechnung orientiert, für die Staffelform vorgeschrieben ist (§ 157 Ak G). Das hat seinen Grund einmal in der betriebswirtschaftlich zum Teil unbrauchbaren und unübersichtlichen Staffelform, zum anderen hängt die Gliederungsmöglichkeit in bestimmtem Maße auch davon ab, welche Konten definiert worden sind.

Die Erfolgsrechnung besteht nur aus Aufwendungen und Erträgen und ließe sich daher im Prinzip einfach dadurch aufstellen, daß die Basisstromvariablen des G+V-Kontos als Gliederungspunkte verwandt würden. Man bekäme ebensoviele Aufwandspositionen (Ertragspositionen) wie Basisstromvariable für Aufwendungen (Erträge) aktiv, d.h. in Benutzung sind.

Die Aussagekraft kann jedoch dadurch gesteigert werden, daß diejenigen Basisvariablen, die sich noch aus Untervariablen zusammensetzen, aufgelöst werden und daß Saldierungen zwischen Aufwands- und Ertragspositionen stattfinden. So werden Detaillierungen vorgenommen bei den Aufwandsausgaben und den Ertragseinnahmen, Saldierungen bei den Halb- und Fertigfabrikaten. Auf diese Weise werden die großen Positionen in mehrere kleine zerlegt und bei den in Produktion bzw. auf Lager befindlichen Erzeugnissen gelangen nur die Nettobestandserhöhungen zum Ausweis. Das Gliederungsschema der Erfolgsrechnung zeigt die Abb. 33.2. Auch hier gilt das über Vorzeichen und Kurzbezeichnungen bei den obigen Bilanzen Gesagte.

Sowohl die Bewegungsbilanz, als auch die Erfolgsrechnung bestehen aus Stromgrößen, die sich auf eine bestimmte Periodenlänge beziehen, im Regelfall auf die Basisperiode. Wird diese Periodenlänge beispielsweise dadurch vergrößert, daß als Bilanzen Jahresbilanzen gewünscht werden, dann müssen selbstverständlich auch die Stromgrößen auf diesen Zeitraum bezogen sein. Die Anpassung an die vergrößerte Intervallänge können wir so vornehmen, daß wir die Ströme der Teilperioden kumulieren. Bei der Bilanz gibt es dieses Problem nicht, da die Positionen hier zeitpunktbezogene Bestandsgrößen sind.

Abb. 33.2: Gliederungsschema der Erfolgsrechnung

Aufwand	Kurzbezeichnung
1. Abschreibungen auf Grundst./Gebäude	GGABVRL
2. Abschreibungen auf Masch./masch. Anlagen	MAABVRL
3. Aufwand für Roh-, Hilfs- u. Betriebsstoffe	ROAUFWD
4. Personalaufwand (inkl. Sozialaufw.)	PERSAUF
5. Zinsaufwand	ZINSAUF
6. Steuern vom Eink., vom Ertrag u. Vermögen	STEUERN
7. Sonstiger Aufwand (Energie, Dienste usw.)	SOAUFWD
8. Neutraler Aufwand Handelswaren	NAHW
9. Rückstellung und Wertberichtigung	RUECKST
10. Periodengewinn	PERGEW
Ertrag	
Betriebliche Erträge	
1. Aktivierte Eigenleistungen	AKTEIGL
2. Bestandserhöhung Halbfabrikate (netto)	HFZUN
3. Bestandserhöhung Fertigfabrikate (netto)	FFZUN
4. Umsatz	UMSATZ
Neutrale Erträge	
5. Zinserträge	ZINSERT
6. Erträge aus dem Abgang von Gegenständen des Anlagevermögens (Verkauf)	NEMAVK
7. Erträge aus Beteiligungen und Finanzanl.	NEFA
8. Ertrag aus dem Verkauf von HW	NEHWVK
9. a.o. Erträge aus der Auflösung von Wertberichtigungen und Rückstellungen	AOEWBA
10. Summe der Erträge bzw. Aufwendungen	SUERT

Eine Ausnahme macht allerdings der Bilanzgewinn, der eine Stromgröße ist. Ob der Bilanzgewinn in der Bilanz als Quartals- oder als Jahresgewinn in Erscheinung tritt, hängt nicht von der gewünschten Intervallänge ab, sondern davon, wann und in welchen Abständen die Gewinnausschüttung (im Modell) stattfindet. Bei vierteljährlicher (und damit "regelmäßiger") Gewinnausschüttung erscheint auch in der Jahresbilanz nur der Gewinn des letzten Quartals, selbst wenn alle Stromgrößen kumuliert in der Bewegungsbilanz und Erfolgsrechnung ausgewiesen werden. Dies ist leicht einzusehen, wenn man bedenkt, daß die Gewinnverwendung in den ersten drei Teilperioden eines Jahres in diesem Fall schon stattgefunden hat; ein Ausweis des Jahresgewinns hätte zur Folge, daß die Bilanzgleichung nicht mehr stimmt.

333. Kennzahlen und sonstige Werte

Neben der Darstellung der drei Prognosebilanzen werden im Auswertungssystem auch noch einige Kennzahlen und sonstige Werte aufbereitet. Da die meisten Kennzahlen sich aus Größen ableiten lassen, die in den Bilanzen erscheinen, werden hier nur die wichtigsten und interessantesten ausgewählt. Dazu zählen die Umsatz- und Eigenkapitalrenditen.

Die Umsatzrendite ist ein Quotient aus zwei Stromgrößen und wie folgt definiert:

$$\text{(333-1)} \qquad UR = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Umsatz}} \cdot 100$$

Je nachdem, ob es sich beim Gewinn um den Gewinn vor Steuer oder um den Gewinn nach Steuer handelt, lassen sich eine Umsatzrendite brutto (URB) und eine Umsatzrendite netto (URN) unterscheiden. Es ist darauf zu achten, daß die Ströme sich auf den gleichen Zeitraum beziehen, insbesondere dann, wenn die Stromgrößen kumuliert werden und so mehrere Perioden umfassen.

Die Eigenkapitalrendite ist definiert als Quotient aus einer Stromgröße und einer Bestandsgröße:

$$\text{(333-2)} \qquad ER = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Eigenkapital}}$$

Auch bei der Eigenkapitalrendite kann wieder zwischen einer Bruttorendite (ERB) und einer Nettorendite (ERN) unterschieden werden, wenn der eingehende Gewinn unversteuert bzw. versteuert ist. Damit die Kennzahl in einer vertrauten Größenordnung erscheint, ist der Gewinn von vier Quartalen zu kumulieren, um so die Jahresrendite zu erhalten.

Eine weitere Kennzahl bezieht sich auf die Kapitalstruktur und drückt das durchschnittliche Finanzierungsverhältnis aus:

(333-3) $$FVD = \frac{\text{Fremdkapital}}{\text{Eigenkapital}} = \frac{B(22)-B(13)-B(21)}{B(13)+B(21)}$$

Im Gegensatz zum marginalen Finanzierungsverhältnis (FVM), das nur kurzfristige und/oder langfristige Verbindlichkeiten enthält (Abschnitt 3165), umfaßt das marginale Finanzierungsverhältnis alles Fremdkapital, also auch erhaltene Anzahlungen und Rückstellungen. Beide Definitionen weichen also in dieser Hinsicht voneinander ab. Das hat den Vorteil, daß die Definitionen für sich genommen brauchbarer sind, aber es hat auch den Nachteil, daß die Marginal- und die Durchschnittsgröße nicht ganz konsistent sind. Den Ausschlag für den hier getroffenen Kompromiß gibt die Definition von FVM, die nur den entscheidungsabhängigen Teil des Fremdkapitals verwendet, nämlich die (kurzfristigen und/oder) langfristigen Verbindlichkeiten. Die konkrete Formulierung von FVM für den Fall, daß allein langfristige Kapitalien aufgenommen werden, ergibt sich aus (3165-1):

(333-4) $$FVM = \frac{S(11,16)-S(16,11)}{SF}$$

Die fehlende Konsistenz, die sich etwa darin zeigt, daß die Änderung der Durchschnittsgröße nicht genau eine Funktion der Marginalgröße ist, ist relativ unbedeutend und kann in Kauf genommen werden.

An "sonstigen Werten" gelangen außer FVM auch noch die Fertigungskapazität A (welche die Grundlage für die Personalbedarfsplanung bildet), die gedämpfte bzw. exogene (WG bzw. W_{exogen}) Wachstumsrate und die ungedämpfte Wachs-

tumsrate $W_{endogen}$, die Mengenvariablen u, v, x, y, z und die Preisindizes für Material PIM, für Investition PII, für Löhne PIL sowie für den Produktpreis PIP zum Ausweis (siehe Abschnitt 340). Die Wiedergabe auch der ungedämpften Wachstumsrate empfiehlt sich vor allem deshalb, weil aus dem Unterschied von gedämpfter (bzw. exogener) und ungedämpfter Wachstumsrate Rückschlüsse auf die Dämpfung und auf den dynamischen Gleichgewichtszustand des Systems gezogen werden können.

Eine für bestimmte Zwecke als Kriterium benötigte Größe ist der "Endwert der Gewinnausschüttungen" (EWGA), die sich folgendermaßen errechnet: die Gewinnausschüttung jeder Periode wird bis zum Ende des Planungszeitraums aufgezinst und alle diese Beträge aufsummiert:

$$\text{(333-5)} \qquad EWGA = \sum_{t=1}^{T} S(13,11)_t \cdot (1 + ZSGA)^{T-t}$$

Diese Größe kann zusammen mit dem Bestand an Eigenkapital am Ende der Planungsperiode als Kriterium für die Güte verschiedener Politiken dienen.

In abschließenden Operationen werden sämtliche Werte einer Periode (mit Ausnahme von EWGA) in Zeitreihenvektoren (bei einfachen Variablen) bzw. in Zeitreihenmatrizen (bei Vektoren) abgespeichert. Auf diese Weise wird es möglich, alle gewünschten endogenen Variablen und Kennzahlen in Form von Zeitreihen auszugeben. Neben der Alternative, die Werte einer Periode geschlossen darzustellen, hat man dadurch die Möglichkeit des sehr wichtigen Vergleichs der Werte zu verschiedenen Zeitpunkten. Gerade das zeitliche Verhalten eines dynamischen Systems wird so der Analyse zugänglicher.

34. Erweiterungen des Grundmodells

In den Abschnitten 30 bis 33 wurde das Planungsmodell in seiner Grundform beschrieben unter den Annahmen, es gäbe keine Preissteigerungen und keine negativen Wachstumsraten, d.h. Schrumpfungsvorgänge. Um die Darstellung

des Grundmodells nicht zu überladen und der besonderen Thematik der beiden Problemkreise Preissteigerung und Schrumpfung wegen sollen diese nun gesondert dargestellt werden.

340. Einfluß der Preissteigerungen

Die stiefmütterliche Behandlung der Preissteigerung in der Literatur ist nicht recht erklärlich, da die hiermit verbundene Problematik trotz der intensiven Auseinandersetzung damit in den zwanziger Jahren (F. Schmidt) noch keineswegs als beseitigt gelten kann. In neuerer Zeit hat vor allem Henzel die Diskussion wieder aufgegriffen und auf den Zusammenhang zwischen Konjunktur und Kalkulationsmethoden hingewiesen (siehe 27 und die dort angegebene Literatur).

Aber nicht nur in gesamtwirtschaftlicher Sicht, auch bei einzelwirtschaftlicher Betrachtung wirft die Preissteigerung erhebliche Probleme auf, wobei nicht so sehr die Ursachen, als die Wirkungen (z.B. auf das Wachstum) im Mittelpunkt des Interesses stehen. Wenngleich in qualitativer Hinsicht die unmittelbaren Wirkungen der Preissteigerung seit langem bekannt sind, helfen diese Erkenntnisse der Unternehmensleitung nichts bei der Beantwortung der Frage nach den quantitativen Auswirkungen. Der Grund dafür liegt einmal in den recht komplexen Wechselwirkungen, die teils zu Verstärkungen, teils zu Kompensationen der Preissteigerungswirkungen führen; zum anderen hilft die statische Betrachtungsweise nicht weiter, da sich die Wirkungen im Zeitablauf vollziehen.

Es versteht sich, daß zur Beschreibung der quantitativen Wirkung von Preissteigerungen ein Modell vonnöten ist, das zwei Erfordernissen genügen muß: Es muß ein Totalmodell sein, also die gesamte Unternehmung erfassen, und es muß ein dynamisches Modell sein, das die Wirkungen im Zeitablauf zu verfolgen erlaubt.

Das vorliegende Modell weist, wenn auch noch in grobem Raster, diese Vor-

aussetzungen auf. Es soll darum versucht werden, die Annahme konstanter Preise zugunsten steigender Preise aufzugeben, um anhand des Modells die Wirkungen der Preissteigerungen auf der Kostenseite und den Zusammenhang mit der Preispolitik auf der Erlösseite zu studieren. Da auf die Preispolitik erst im Abschnitt über die Modellexperimente (6) eingegangen werden soll, wird zunächst die Preissteigerung nur auf der Kostenseite strukturiert. Der Komplex der Preissteigerung macht es nötig, zunächst einige grundsätzliche Zusammenhänge zu schildern.

3400. Grundlegende Erörterung der Preissteigerung

In den folgenden Ausführungen wird, ohne die Allgemeingültigkeit zu beschränken, ein Produktionsprozeß unterstellt, der allein darin besteht, daß Material (Input) in die Produktion eingeschoben wird, aus der nach einer gewissen Durchlaufzeit (Produktionsdauer) fertige Produkte (Output) hervorgehen. Von sonstigen Aufwendungen sei abgesehen. Da sich während der Produktionsdauer (Zeitspanne zwischen Input und Output) der Beschaffungspreis für Material geändert (erhöht) haben möge, stellt sich die Frage, welche liquiditäts- und erfolgsmäßigen Wirkungen von dieser Preissteigerung ausgehen.

Auf der Inputseite ergibt sich das Problem, welcher Wert dem Materialaufwand am Verkaufstag zuzumessen sei: der historische Einkaufspreis (Anschaffungswert) oder der an diesem Tage gültige Einkaufspreis (Wiederbeschaffungs- oder Tageswert). Dem Bewertungsproblem auf der Inputseite steht das Problem der Angebotspreiskalkulation auf der Outputseite gegenüber: Wenn wir keine Preisbeschränkungen am Absatzmarkt und keinen Gewinnzuschlag unterstellen, gibt es prinzipiell wieder zwei Möglichkeiten der Preisgestaltung, nämlich auf der Basis des Anschaffungswertes oder auf der Basis des Tageswertes. Die liquiditätsmäßigen und erfolgsmäßigen Konsequenzen, die sich aus der Kombination dieser Möglichkeiten im Fall der stationären Produktion ergeben, zeigt die Abb. 34.1 (L = Liquiditätswirkung, E = Erfolgswirkung).

Output-Bewertung (Kalkulation) / Input-Bewertung	Anschaffungswert		Tageswert	
	L	E	L	E
Anschaffungswert	(1) Ausgaben > Einnahmen	Aufwand = Ertrag	(2) Ausgaben = (>) Einnahmen	Aufwand < Ertrag
Tageswert	(3) Ausgaben > Einnahmen	Aufwand > Ertrag	(4) Ausgaben = (>) Ausgaben	Aufwand = Ertrag

Abb. 34.1: Erfolgs- (E) und Liquiditätswirkungen (L) verschiedener Input/Output-Bewertungskombinationen. In Klammern: Wachstumsfall

Es zeigt sich, daß von der gleichzeitigen Bewertung des Inputs und des Outputs mit Anschaffungs- (1) bzw. Tageswerten (4) keine Erfolgswirkung ausgeht, da in beiden Fällen durch die Bewertung Aufwand und Ertrag gleich sind. Gleichwohl ist bei der Kombination (1) eine Liquiditätswirkung festzustellen: Hier sind die Ausgaben größer als die Einnahmen, weil die Einnahmen (einer Periode, für ein Stück) den historischen Ausgaben gleich sind, die aktuelle Preissteigerung aber für den laufenden Input zu höheren Ausgaben geführt hat.

Praktisch uninteressant ist die Kombination (3), in der der Input zu Tageswerten, der Output hingegen zu Anschaffungswerten angesetzt wird; hier liegen sowohl die Ausgaben über den Einnahmen, als auch die Aufwendungen über den Erträgen. Praktisch sehr bedeutsam indessen ist der Fall, bei dem die Inputs zu Anschaffungswerten und die Outputs zu Tageswerten bewertet werden (Kombination (2)). Die Tageswertbewertung führt zu einer Anhebung der Einnahmen, wodurch diese den Ausgaben gleich werden. Gleichzeitig ist damit

jedoch auch eine Erhöhung des Ertrages verbunden, so daß es zu Gewinnen kommt (die wegen des Fehlens eines Gewinnzuschlages in diesem Beispiel nicht entstehen dürften). Tatsächlich handelt es sich bei diesen Gewinnen um keine echten Gewinne, sondern um Scheingewinne. "Gewinn kann nur sein, was über den Tagesbeschaffungswert der Kostenmenge des Umsatztages hinaus erzielt wird." (Schmidt, 58, Sp. 2044). Eine Versteuerung oder auch eine Ausschüttung dieses Scheingewinns würde einen Liquiditätsentzug und damit eine verringerte Beschaffungsmenge zur Folge haben (dazu weiter unten mehr).

Werden Input und Output zu den jeweiligen Tageswerten angesetzt wie in Kombination (4), so wird die Preissteigerung vollständig, d.h. liquiditäts- und ertragsmäßig, paralysiert. Der Scheingewinn, der sich im Fall (2) durch die "Unterbewertung" der Inputs ergeben hat, ist durch die Tagesbewertung des Verbrauchsgutes rechnerisch beseitigt worden. Dem Ergebnis nach entspricht diese Situation, in der Ausgaben gleich Einnahmen und Aufwand gleich Ertrag ist, einer Situation konstanter Preise. Der Realisierung dieses Idealfalles steht allerdings das Steuerrecht entgegen, das eine (hier implizit enthaltene) LIFO-Bewertung (siehe dazu etwa 69, S. 547) untersagt und statt dessen eine Durchschnittsbewertung vorschreibt. Im Ergebnis kommt dies der Kombination (2) gleich, weil aufgrund dieser Vorschrift steuerlich der Aufwand sinkt und folglich Scheingewinne entstehen. Da die Scheingewinne wie echte Gewinne versteuert werden müssen, tritt als bisher unberücksichtigt gebliebener Sekundäreffekt im Fall (2) neben der Erfolgswirkung auch noch eine Liquiditätswirkung auf.

Das bedeutet aber, daß die sog. Tageswertkalkulation unter Einbeziehung steuerlicher Aspekte doch nicht liquiditätsneutral ist. Feuerbaum (15) versucht in einem Zahlenbeispiel die substanzzehrende Wirkung der Versteuerung von Scheingewinnen aufzudecken, wobei er zu der Erkenntnis gelangt, daß in der Kalkulation des Angebotspreises der Gewinnzuschlag im Falle der Scheingewinnversteuerung und -ausschüttung entsprechend stark anwachsen müsse. Sein grundsätzlich richtiger Gedankengang ist indes dahingehend zu verbessern, daß

die Preissteigerung primär eine liquiditätszehrende und nicht substanzzehrende Wirkung entfaltet. Dies ist insofern von Bedeutung, als das Studium der Preiswirkungen nur dann zu brauchbaren Ergebnissen kommen kann, wenn es an den unmittelbaren, nicht aber an den mittelbaren Wirkungen ansetzt. Diese mittelbaren Wirkungen können substanzzehrender Art sein, müssen es aber nicht, da die Wirkungen auch von den gleichzeitig gemachten Anpassungsentscheidungen abhängen. Darüber mehr in Abschnitt 6201.

Die Frage, welche sekundäre Liquiditätswirkung von der Versteuerung der Scheingewinne ausgeht, sei im folgenden wegen ihrer Bedeutung etwas ausführlicher untersucht. Angenommen, wir haben den Verkaufspreis mit dem Tageswert kalkuliert, dann entsteht ein Scheingewinn in Höhe der Differenz aus Verkaufspreis und historischem Einkaufspreis. Soll die Preisstellung aber zum Ziel haben, den durch die Preissteigerung verursachten Liquiditätsentzug zu kompensieren, so muß der Verkaufspreis auch um die auf den Scheingewinn entfallende Steuer erhöht werden. Diese Erhöhung unterliegt aber erneut der Steuer, die abermals kompensiert werden muß, usw. Es kommt, wie deutlich zu sehen ist, ein Preisanpassungsprozeß in Gang, der dem aus der Volkswirtschaftslehre bekannten Multiplikatorprozeß gleicht. Es gilt nun, den dazugehörigen Multiplikator abzuleiten.

Ein Verkaufspreis (V) sei dann liquiditätsneutral, wenn er über den Wiederbeschaffungswert (W) (bzw. Tageswert) hinaus auch die auf den Scheingewinn entfallende Steuerzahlung kompensieren kann, d.h., wenn der daraus entstehende "Scheingewinn nach Steuer" ausreicht, die gestiegenen Wiederbeschaffungskosten zu decken. Dies läßt sich in folgender Bedingung ausdrücken:

(3400-1) $V = W + s.S$, wobei

(3400-2) $S = V - E$

V - Verkaufspreis
W - Wiederbeschaffungspreis (Tagespreis)
S - Scheingewinn
E - Einkaufspreis (historisch)
s - Steuersatz

Der Scheingewinn wird in (3400-2) statt als Differenz zwischen Wiederbeschaffungspreis und Einkaufspreis deshalb als Differenz zwischen Verkaufspreis und Einkaufspreis definiert, weil bei fehlendem Gewinnzuschlag Verkaufspreis und Wiederbeschaffungspreis im Falle der Tageswertkalkulation identisch sind. Dazu ein Zahlenbeispiel:

E = 12 } S = 3		V = 15
V = 15 }		./. Steuer = 1,5 für s = 0,5
W = 15		netto-V = 13,5 < W

Ein Verkaufspreis in Höhe des Wiederbeschaffungspreises führt zu einem (Schein-)gewinn von 3, der durch Gewinnbesteuerung mit einem Steuersatz von 50 % einen "Nettoverkaufspreis" von 13,5 ergibt, also einen Erlös, der um die Steuer auf den Scheingewinn unter dem Wiederbeschaffungspreis liegt. Die Steuer auf den Scheingewinn ist voll liquiditätswirksam geworden, sie stellt den sekundären Liquiditätseffekt dar; der übrigbleibende Verkaufspreis reicht nicht zu Wiederbeschaffung des Gutes aus. Erst ein Verkaufspreis in Höhe von 18 ermöglicht eine Wiederbeschaffung, die frei von zusätzlicher Liquiditätszufuhr ist:

E = 12 }	S = 6	V = 18
V = 18 }		./. Steuer = 3
W = 15		netto- V = 15 = W

Allgemein kann dieser Sachverhalt durch Differenzieren von (3400-1) nach der sich ändernden Größe W formuliert werden:

$$\frac{dV}{dW} = 1 + s \frac{dV}{dW}$$

$$\frac{dV}{dW} (1 - s) = 1$$

(3400-3) $$dV = \frac{1}{1-s} dW$$

Das Ergebnis der Differentiation ist der Multiplikator 1/(1-s), der angibt,

um wieviel Einheiten der Verkaufspreis erhöht werden muß, wenn der Wiederbeschaffungspreis um eine Einheit gestiegen ist, oder: in welchem Verhältnis die Änderung des Verkaufspreises zur Änderung des Wiederbeschaffungspreises steht (diese Betrachtungsweise ist die für das Modell interessantere). Falls keine Steuern auf den Scheingewinn zu zahlen wären ($s = 0$), betrüge der Multiplikator 1; bei einem Steuersatz von 50 % klettert er bereits auf 2.

Neben der Versteuerung werde nun auch berücksichtigt, daß Gewinnausschüttungen stattfinden. Obwohl Scheingewinne nicht ausgeschüttet werden "dürfen", kann es trotzdem dazu kommen, da es in der Praxis nicht möglich ist, echte von unechten Gewinnen zu unterscheiden. Angenommen, es bestehe ein Ausschüttungssatz, der keine Rücksicht darauf nimmt, ob Scheingewinne entstehen oder nicht. Der Verkaufspreis muß dann auch, um die Preissteigerungswirkung zu kompensieren, den ausgeschütteten Scheingewinn "hereinholen". Gleichung (3400-1) wird erweitert um die effektive Gewinnausschütturg:

(3400-4) $$\dot{V} = \dot{W} + s(\dot{V} - \bar{E}) + a\,(1 - s)(\dot{V} - \bar{E})$$

wobei $(1 - s)(\dot{V} - \bar{E})$ = Gewinn nach Steuer (GNST)

a - Ausschüttungssatz, bezogen auf GNST

In Erweiterung des obigen Zahlenbeispiels würde etwa ein Ausschüttungssatz von 50 % einen Verkaufspreis von 24 erfordern:

E = 12
V = 24 } S = 12
W = 15

V = 24
./. Steuer = 6
./. Gew.Aus. = 3
netto - V = 15 = W

Nach Abzug der Steuer und der Gewinnausschüttung verbleibt genau der Teil des Erlöses, der zur Wiederbeschaffung des Gutes hinreicht. In allgemeiner Form läßt sich der Zusammenhang zwischen Steigerung des Wiederbeschaffungspreises und liquiditätsneutraler Preisstellung wieder durch Differenzieren von (3400-4) darstellen:

$$\frac{dV}{dW} = 1 + s\frac{dV}{dW} + a\frac{dV}{dW} - a.s\frac{dV}{dW}$$

(3400-5) $$dV = \frac{1}{1-a-s+a.s} \quad dW$$

Der Multiplikator beträgt nun 1/(1-a-s+a.s); bei einem Steuersatz von s (auf Scheingewinne) und einer Ausschüttungsquote von a (vom versteuerten Scheingewinn) bedeutet das, daß die Änderungsrate des Verkaufspreises um eben diesen Faktor höher sein muß als die Änderungsrate des Faktorpreises, soll die von der Faktorpreissteigerung ausgehende Liquiditätswirkung neutralisiert werden. (Der Einfachheit halber wurde der Steuersatz als unabhängig vom Ausschüttungssatz angenommen, da es nur auf die Darstellung der prinzipiellen Wirkung ankommt; wie der Steuersatz vom Ausschüttungssatz abhängt, geht aus den Ausführungen über die Steuer, Abschnitt 315, hervor). Falls der Ausschüttungssatz, ebenso wie der Steuersatz, 50 % beträgt, hat der Multiplikator schon einen Wert von 4!

Diese Ausführungen haben deutlich gemacht, daß von Faktorpreissteigerung, Scheingewinnversteuerung und Scheingewinnausschüttung erhebliche liquiditätsentziehende Wirkungen ausgehen, zu deren Kompensation über den Verkaufspreis dieser gemäß dem Multiplikator stärker ansteigen muß als der Faktorpreis. Die daraus sich ergebenden Konsequenzen werden, soweit sie einzelwirtschaftlicher Natur sind, später (Abschnitt 6201) untersucht. An dieser Stelle sei nur vermerkt, daß die Folgen ganz von der Art der Anpassung an die Preissteigerung abhängen, so daß es nicht möglich ist - wie dies oft geschieht (etwa bei Feuerbaum) - die Preiswirkungen so ohne weiteres in die Bilanzen hinein zu projizieren.

Der Fall (4) der Abb. 34.1 ist dadurch gekennzeichnet, daß die Inputs zu Tageswerten bewertet werden, so daß keine Scheingewinne entstehen können. Dadurch treten auch keine Multiplikatorwirkungen auf, wie nachfolgend gezeigt werden soll. Die Bewertung der Inputs bedeutet nichts anderes, als daß in (3400-2) der Einkaufspreis (E) gleich dem Wiederbeschaffungspreis (W) gesetzt

wird; wir erhalten daher aus (3400-1) durch Differenzieren:

(3400-6) $$\frac{dV}{dW} = 1 + s \frac{dV}{dW} - s$$

$$dV = \frac{1-s}{1-s} dW = dW$$

Die Bewertung des Faktorverzehrs zu Tageswerten, wie sie schon von F. Schmidt 1921 gefordert worden ist (vgl. 58), führt in der Tat "nur" zu einer Verkaufspreissteigerung, die gleich ist der Faktorpreissteigerung - vorausgesetzt, der durch die Preissteigerung bewirkte Liquiditätsentzug soll allein durch Änderung der Verkaufspreise kompensiert werden.

Gelingt die Kompensation über den Verkaufspreis nicht (von anderen Maßnahmen sei abgesehen), etwa wegen mangelnder Durchsetzbarkeit auf dem Markt, dann haben wir die konträre Situation des Falles (1) der Abb. 34.1 vor uns, in dem noch dazu (wie in der Realität) die Einsatzgüter nicht zu Tages-, sondern zu Anschaffungs- bzw. Durchschnittskosten bewertet werden (beide Input-Bewertungsarten führen prinzipiell zum gleichen Ergebnis). Wie im gerade oben besprochenen Fall (4) weist der Fall (1) - bei Bewertung zu Anschaffungskosten - eine Erfolgsneutralität der Preiswirkung auf; eine Liquiditätsneutralität ist jedoch nicht gegeben, weshalb entweder der ständige Liquiditätsabfluß in Kauf genommen (Folge: Wachstumsverlust) oder mit anderen Mitteln kompensiert werden muß.

Als Fazit dieser grundsätzlichen Überlegungen halten wir fest: Daß es zu Preiswirkungen kommt, liegt nicht nur in den steigenden Preisen allein begründet; diese sind lediglich eine notwendige Voraussetzung. Hinreichende Bedingungen sind ein time lag zwischen Input und Output und ein entsprechendes Anpassungsverhalten, wie es in der Bewertung des Inputs und der Bewertung des Outputs (Kalkulation des Verkaufspreises) zum Ausdruck kommt. Die Preiswirkungen können vollständig neutralisiert werden, wenn Input und Output zu Tageswerten bewertet bzw. kalkuliert werden; sie können auch im Fall der Inputbewertung zu Anschaffungs- (oder Durchschnitts-)bewertung dadurch paralysiert werden, daß der Verkaufspreis mit einem durch den Multiplikator gege-

benen Faktor stärker steigt als der Faktorpreis. Ist schließlich die Durchsetzung des liquiditätsneutralen Verkaufspreises nicht möglich, so muß der ständige Liquiditätsverlust akzeptiert oder anderweitig kompensiert werden.

Dieser Sachverhalt, hier dargestellt am Beispiel des Materials, gilt grundsätzlich auch bei Investitionsgütern. Wieder sind es die genannten Bedingungen des time lags (zwischen ausgabenwirksamem Anlagenkauf und aufwandswirksamer Abschreibung), der Bewertung (Abschreibungsmethode, Abschreibung nicht über Anschaffungswert) und steigende Investitionsgüterpreise, welche Liquiditäts- und Erfolgswirkungen entfalten.

Bezieht man in den Gedankengang noch ein, daß die Inputeinheiten nicht direkt, sondern auf dem Umweg der Transformation der Verbindlichkeiten in Auszahlungen beschafft werden, und daß der Absatz der Outputeinheiten erst mittelbar über Forderungen zu Einzahlungen wird, so modifizieren und komplizieren sich die Grundüberlegungen noch etwas, ohne sich in der Substanz zu ändern. Hier spielt eine Rolle, welche Bewertungsstichtage bei der Beschaffung und beim Absatz gewählt werden; liquiditätsentziehende Wirkungen erfahren dadurch teils eine Abschwächung, teils eine Verstärkung.

Eine weitere Komplizierung des Sachverhalts tritt ein, wenn statt eines stationären Betriebsablaufs ein im Zeitablauf wachsender (evolutorischer) Prozeß betrachtet wird. Die davon ausgehenden Wirkungen sind praktisch nur liquiditätsmäßiger Art und entstehen durch den Vorlauf der Faktorbeschaffung gegenüber der Leistungsverwertung. Die in Klammern gesetzten Ungleichheitszeichen in den Feldern (2) und (4) der Abb. 34.1 deuten an, daß im Wachstumsfall die Ausgaben über den Einnahmen liegen. Rückschlüsse von der Liquiditätssituation auf die Bewertungskombination sind damit überhaupt nicht mehr möglich, da nun in allen vier Fällen der Abbildung 34.1 die Ausgaben über den Einnahmen liegen.

Die Schwierigkeiten, die sich bei der Beurteilung von Preiswirkungen in der Realität auftun, sind unverkennbar: viele verschiedene Inputfaktoren, viele

unterschiedliche time lags, diverse Input-Bewertungsverfahren, Produktpreise, die auf verschiedene Weise zustande kommen, eine Vielzahl auseinanderklaffender Stichtage, schließlich, alles überlagernd, der Wachstumsprozeß. Ist es schon praktisch unmöglich, die komplexen Verhältnisse in ihren Zusammenhängen und Wechselwirkungen zu übersehen, so scheint es ausgeschlossen, mit herkömmlichen Planungsmethoden gar die Konsequenzen unterschiedlicher Preis- und Preisanpassungspolitiken in den Griff zu bekommen. Formale Planungsmethoden und -modelle indes zeigen hier einen Weg. Sie ermöglichen, Zusammenhänge zu studieren und die Konsequenzen alternativer Strategien darzustellen.

3401. Preiswirkungen auf der Kostenseite

Im folgenden werden nur die Preiswirkungen auf der Kostenseite strukturiert, da die Preiswirkung auf der Erlösseite überwiegend eine Frage der Preis- und Preisanpassungspolitik ist und deshalb unter den Modellexperimenten (Abschnitt 6201) erörtert werden wird. Es versteht sich, daß hier nur eine dem Abstraktionsgrad des Modells gemäße Strukturierung stattfinden kann. Sämtliche Preissteigerungen auf der Inputseite werden bezogen auf die Kategorien Material, Investition und Arbeitsleistung. Zu Beginn jeder Periode des Planungszeitraums wird das Preisniveau der drei Produktionsfaktortypen nach folgenden Exponentialfunktionen ermittelt:

(3401-1) $PIM_t = 100\ (1 + PSRM)^t \qquad t = 1,\ldots,T$

PIM - Preisindex für Material
PSRM - Preissteigerungsrate Material je Periode

(3401-2) $PII_t = 100\ (1 + PSRI)^t$

PII - Preisindex Investition
PSRI - Preissteigerungsrate Inv. je Periode

(3401-3) $PIL_t = 100\ (1 + PSRL)^t$

PIL - Preisindex Löhne und Gehälter
PSRL - Preissteigerungsrate Löhne je Periode

Zur Bewertung des Materialverbrauchs wird im Modell sowohl die Tageswert-Methode als auch die Durchschnittswert-Methode verwendet, beide Verfahren werden daher formuliert. Die fehlende Differenzierung des Materials in verschiedene Materialarten erlaubt die Unterstellung der Homogenität, wodurch auf recht einfache Weise eine pauschale Durchschnittsbewertung der Lagerabgänge ermöglicht wird.

Aus der Grundgleichung der mengenmäßigen Lagerbewegung, Gleichung (3100-1)

$$MLB_t + u_t - v_t = MLB_{t+1}$$

gewinnen wir durch Bewerten mit dem Materialkostensatz MKS die wertmäßige Lagerbewegung zu Tageswerten:

(3401-4) $$B(5)_t + u_t MKS_t - v_t MKS_t = B(5)_{t+1}$$

(3401-5) $$B(5)_t + S(5,17) - S(21,5) = B(5)_{t+1}$$

Die zweite Gleichung beschreibt die Lagerbewegung in Form der Stromvariablen. Der Materialkostensatz der Periode t ist

(3401-6) $$MKS_t = MKS_o PIM_t / 100$$

Statt wie in (3401-6) durch Multiplikation mit dem Preisindex kann der Kostensatz auch in programmiertechnisch bequemerer Form auf rekursive Weise gebildet werden:

(3401-7) $$MKS_t = MKS_{t-1} (1 + PSRM)$$

Im Gegensatz zur Bewertung des Lagerabgangs zum Tageswert bei der Tageswert-Methode wird bei der Durchschnittsmethode der Abgang zum Durchschnittswert bewertet, der sich wie folgt ergibt:

(3401-8) $$DMKS = \frac{B(5)_{t-1} + u_t MKS_t}{MLB_t + u_t}$$ DMKS - durchschn. Materialkostensatz

Der durchschnittliche Materialkostensatz (DMKS) entsteht dadurch, daß der wertmäßige Anfangsbestand und der Zugang einer Periode auf den durch den Zugang erhöhten mengenmäßigen Anfangsbestand bezogen wird. Wie im folgenden gezeigt wird, erreicht man mit der Durchschnittsbewertung des Abgangs

auch gleichzeitig die Endbestandsbewertung zum Durchschnittssatz:

(3401-9)
$$B(5)_{t-1} + u_t MKS_t - v_t DMKS_t =$$

$$\frac{(B(5)_{t-1} + u_t MKS_t)\ (MLB_t + u_t)}{MLB_t + u_t} -$$

$$- v_t \frac{B(5)_{t-1} + u_t MKS_t}{MLB_t + u_t} =$$

$$= \frac{(MLB_t + u_t - v_t)\ (B(5)_{t-1} + u_t MKS_t)}{MLB_t + u_t}$$

$$= MLB_{t+1} \quad DMKS_t = B(5)_t$$

Mit der Durchschnittsmethode erreicht man die steuerlich richtige Bewertung der Abgänge und des jeweiligen Endbestandes in einem. Im Abschnitt 6202 werden die Auswirkungen der unterschiedlichen Bewertung (Tageswert oder Durchschnittswert) untersucht werden.

Auch bei den Investitionen stellen sich arteigene, durch die Preissteigerung hervorgerufene Probleme. Während die Nettoinvestitionen bei Maschinen und Gebäuden sich in dem Maße verteuern, wie die Kostensätze steigen

(3401-8)
$$NINV_t = EIS_t \cdot WG_t \cdot A \quad , \text{ wobei}$$
$$EIS_t = EIS_0 PII_t/100 = EIS_{t-1}(1 + PSRI)$$

(3401-9)
$$S(1,11) = EISGG_t \cdot WG_t \cdot A_t$$
$$EISGG_t = EISGG_{t-1}\ (1 + PSRI)$$

wird es schon schwierig, anzugeben, um wieviel die Reinvestitionen im Preis gestiegen sind. Wie im Fall ohne Preissteigerung soll real wieder gelten: Reinvestition gleich Abschreibung; die bilanziellen Abschreibungen einer Periode setzen sich bei vorhandener Preissteigerung aber aus einer Vielzahl von Abschreibungsbeträgen zusammen, die sich aus verschieden großen Investitions-

volumina zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit verschiedenen Preisniveaus ableiten. Dadurch wird es unmöglich, auch die Reinvestitionen wertmäßig durch Koppelung mit dem Preisindex für Investitionsgüter zu errechnen. Statt dessen kann davon ausgegangen werden, daß die Reinvestitionen im Durchschnitt um die Preissteigerung einer bestimmten Anzahl von Perioden (a) gegenüber den Desinvestitionen teurer werden:

(3401-10) $$REINV_t = DESINV_t (1 + PSRI)^a$$

Gleiche Überlegungen gelten auch für die Reinvestitionen bei Gebäuden.

Bei allen übrigen Aufwandsarten (Fertigungslöhne, Personalgemeinkosten, Dienstleistungen, Energie, Materialgemeinkosten) wird die Preissteigerung wie schon oben bei den Investitionssätzen dadurch eingeführt, daß die Kostensätze mit den jeweiligen Preisindizes gekoppelt werden (bzw. in rekursiver Form aus dem Vorperiodenwert abgeleitet werden). Stellvertretend für alle sei hier noch der Fertigungslohnsatz aufgeführt:

(3401-11) $$FLS_t = FLS_{t-1} (1 + PSRL)$$

341. Schrumpfungsprozesse

Schrumpfungsprozesse sind zwar Wachstumsprozesse mit negativer Wachstumsrate, sie sind aber nicht eine bloße Umkehrung des positiven Wachstums: Sowohl der Mechanismus, als auch die Geschwindigkeit sind deutlich verschieden. Die mit der Schrumpfung verbundenen Probleme und Einzelheiten können hier nicht ausführlich behandelt werden, da sie so umfangreich sind, daß sie Gegenstand eines eigenen Modells wären. Das Modell der vorliegenden Fallstudie ist in erster Linie ein Wachstumsmodell, daher stehen allein (positive) Wachstumsprozesse zur Untersuchung. Die Flexibilität des Modellkonzepts gestattet indes auch den Einbau von Schrumpfungsvorgängen, wie in dem nachfolgenden, als Illustration gedachten Beispiel gezeigt werden soll.

Die Schrumpfung werde durch einen nachlassenden Absatz ausgelöst, der sich in der Absatzgrenze (AG) widerspiegelt. Die Absatzgrenze sei ausgedrückt in Produkteinheiten. Sobald nun in einer Periode die Anzahl der verkauften Einheiten (z_t) die Anzahl der durch die Absatzgrenze gegebenen Einheiten übertrifft, muß die Produktion gedrosselt werden. Dies geschehe dadurch, daß die Zahl der Anfangsprodukte (x_t) auf diese Grenze eingestellt wird:

$$(341\text{-}1) \qquad x_t = \begin{cases} \dfrac{A - \delta_2 APS.x_{t-1} - \delta_3 APS.x_{t-2}}{\delta_1 \cdot APS} & , \; z_t < AG_t \\ AG_t , & \text{falls} \quad z_t > AG_t \end{cases}$$

Für den Fall, daß die Grenze erreicht ist, muß auch die Kapazität, d.h. die Zahl der Arbeitsstunden gekürzt werden. Man erhält die Zahl der benötigten Arbeitsstunden aus der Kapazitätsbedingung (311-2). Tatsächlich kann es aber sein, daß die Kapazität gar nicht so schnell abgebaut werden kann, da den Arbeitskräften aufgrund laufender Arbeitsverträge nicht sofort gekündigt werden kann. Unter Berücksichtigung der natürlichen Fluktuation und gerade auslaufender Verträge kann die tatsächliche Kapazität in der Periode nur um den Schrumpfungssatz SS_t verringert werden.

Das hat zur Folge, daß die effektiv vorhandene Kapazität maximal nur um diesen Satz gegenüber der Kapazität der Vorperiode reduzierbar ist; wir setzen x_t aus (341-1) ein in

$$(341\text{-}2) \qquad A_t = \max \left\{ \delta_1 APS.x_t + \delta_2 APS.x_{t-1} + \delta_3 APS.x_{t-2} \; , \; A_{t-1}(1 - SS_t) \right\}$$

Wenn die benötigte Kapazität unter das Kapazitätsniveau absinkt, auf das bestenfalls die Periodenkapazität gedrückt werden kann, entstehen - für diese Periode - nicht abbaufähige, also remanente Kosten. Im Modell treten diese remanenten Kosten automatisch dadurch auf, daß die Fertigungslöhne (wie auch viele andere Kosten) unmittelbar an das Kapazitätsmaß, also an die Arbeitsstunden in der Produktion gebunden sind.

Dieser Anpassungsmechanismus kann beliebig verfeinert und ausgestaltet werden. Im Prinzip ist er in der vorliegenden Form schon geeignet, eine Anpassung (d.h. Drosselung) der Produktion auch in dem Fall herbeizuführen, wo bei Expansion die Umsatzobergrenze erreicht wird. Anhand dieses Beispiels soll auch die Wirkungsweise dieses Mechanismus im Abschnitt Modellexperimente (6210) demonstriert werden.

4. Datenbeschaffung

Für den praktischen Einsatz des Planungsmodells (wie jedes Modells) ebenso bedeutsam wie die Modellierung der Struktur ist die Datenbeschaffung. Die beste Struktur nützt wenig, wenn sie Parameter beinhaltet, die nicht oder nur unter sehr hohem Aufwand quantifiziert werden können. Daher ist schon beim Modellentwurf auf das Datenproblem Rücksicht zu nehmen.

Weiter ist die Genauigkeit der Daten für die Güte des Modells ebenso entscheidend wie die Genauigkeit der Struktur. Der Forderung nach exakter numerischer Spezifikation der Parameter steht die Forderung entgegen, den Beschaffungsaufwand in "vernünftigen" Grenzen zu halten. Was vernünftig ist, hängt von Fall zu Fall ab und muß in Relation zu dem Nutzen gesehen werden, der mit der Anwendung des Modells verbunden ist. Nun ist sowohl der Nutzen, als auch der Aufwand selbst nur schwer (wenn überhaupt) zu quantifizieren. (Man denke nur an den Nutzen der elektronischen Datenverarbeitung: Niemand vermag auch nur annähernd den Informationsgewinn in Mark und Pfennig auszudrücken, dennoch besteht eine ungefähre Vorstellung darüber, welchen Nutzen sie erbringt).

Die Datengewinnung ist indes nicht nur ein Problem des damit verbundenen Aufwands; Daten sind immer historische, in der Vergangenheit liegende Werte, deren Gültigkeit in der Zukunft nicht garantiert ist. Selbst eine noch so aufwendige Datengewinnung ist wertlos, wenn die zugrundeliegenden Vorgänge einem schnellen Wandel unterworfen sind.

Aus alledem kann nur der Schluß gezogen werden, mit der Datenbeschaffung langsam vorzugehen, mit noch groben, nicht sehr genauen, aber in der Größenordnung stimmenden Werten zu beginnen und diese im Zuge der Erfahrungen, die man während des Modellaufbaus macht, zu verbessern. Dadurch vermeidet man auch den Fehler, Werte, auf deren Genauigkeit es nicht so ankommt, relativ zu genau zu bestimmen und dafür andere Parameter, die wichtiger sind, nur sehr ungenügend zu schätzen.

Damit ist ein weiteres Problem angesprochen: Selbst wenn man eine Vorstellung hat, wie hoch die geforderte Genauigkeit im Durchschnitt sein soll, ist damit noch nichts über die erforderliche relative Genauigkeit individueller Parameter gesagt. Sowohl für den Aufwand der Datengewinnung, als auch für die Güte des Modells sind aber Vorstellungen darüber wesentlich. Hier hilft glücklicherweise die Sensitivitätsanalyse weiter, mit welcher die Abhängigkeit der Modellergebnisse von Parameterveränderungen untersucht wird. Die Sensitivitätsanalyse kann daher nicht nur zur Beantwortung der Frage herangezogen werden, wie empfindlich die Modellergebnisse auf Änderungen nicht-beeinflußbarer Variabler als solcher (die den Charakter von Daten haben) reagieren (etwa: Steuersatzänderungen), sondern auch, wie die Genauigkeit der Parameterschätzung die Ergebnisse beeinflußt (vgl. 14, S. 205).

Auf diese Weise läßt sich schon eine Art Rangfolge von Parametern aufstellen, welche anzeigt, bei welchen Größen relativ mehr Sorgfalt auf die Gewinnung zu verwenden ist (vgl. dazu die Tab. 60.1 in Abschnitt 60).

Nach diesen allgemeinen Ausführungen soll auf einige spezielle Parameter und deren Schätzung eingegangen werden; es versteht sich, daß nicht die Datenbeschaffung sämtlicher in das Modell eingehender Größen erörtert werden kann. Im Mittelpunkt stehen die Time-lag-Faktoren, die Kostenfaktoren und die Abschreibungssätze. Daneben wird noch kurz auf die Preisindizes und auf modellspezifische Parameter eingegangen.

Die Schätzung der time lags läuft im allgemeinen Fall auf die Schätzung der Koeffizienten von Übergangsfunktionen hinaus (siehe Gleichung (31-2)). Interpretiert man die Parameter als Wahrscheinlichkeiten, kommt als Schätzverfahren die Maximum-Likelihood-Methode in Frage (siehe EDIN, S. 167). Bei globaler Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Input- und Outputelementen kann auch die Methode der linearen Prädiktoren herangezogen werden (siehe 13, S. 170). Beide Verfahrer sind verhältnismäßig aufwendig, weshalb für praktische Zwecke zumeist einfachere Methoden Verwendung finden (vgl. 12).

Falls in einer Übergangsfunktion überhaupt nur ein Time-lag-Faktor zu schätzen ist (der gewissermaßen der Durchschnitt der Verweilzeiten ist), kann die Schätzung auf besonders einfache Weise erfolgen. Die hierzu benötigte Schätzfunktion wird unmittelbar aus der Übergangsfunktion gewonnen, beispielsweise aus (31-5):

$$(4\text{-}1) \qquad \lambda = \frac{A_t - Z_t}{Z_{t-1} - Z_t} = \Delta B_t / \Delta Z_t$$

Zur Schätzung des Time-lag-Koeffizienten benötigt man also nur die Zu- und Abgänge einiger Perioden (z.B. Forderungszu- und -abgänge), aus denen dann ein mittlerer Wert zu bilden ist. Diese etwas grobe Methode ist für die Zwecke des Modells, d.h. für die geforderte Genauigkeit, vollauf ausreichend. Sie kann zudem für alle Übergangsfunktionen des Modells verwandt werden, weil diese nur einen einzigen time lag aufweisen.

Zum prinzipiell gleichen Ergebnis führt eine Schätzmethode, bei der neben Strom- auch Bestandsgrößen Verwendung finden. So erhält man aus (31-9):

$$(4\text{-}2) \qquad \lambda = EB_t / Z_t$$

Diese zweite Version läßt sich dazu benützen, das Ergebnis der ersten Version (4-1) zu überprüfen. Praktisch kann es nun leicht vorkommen, daß beide Ergebnisse nicht übereinstimmen. Dies ist dann der Fall, wenn der Quotient aus Bestands- und Zustromänderung (4-1, zweite Gleichung), quasi die marginale zeitliche Verzögerung, nicht mit der durchschnittlichen Verzögerung zusammenfällt, wie sie in (4-2) zum Ausdruck kommt. Ein derartiges Auseinanderklaffen beobachtet man am deutlichsten beim Materiallager, dessen marginale Umschlaggeschwindigkeit wegen vorhandener Reservebestände höher ist als die durchschnittliche Umschlaggeschwindigkeit. Demgegenüber ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung beider Werte bei den Forderungen, bei denen keine "eisernen Bestände" existieren.

Bei einem signifikanten Abweichen der auf die beiden Arten gewonnenen Schätzwerte ist dem nach (4-1) ermittelten Wert der Vorzug zu geben, da dieser un-

abhängig von dem zufälligen, unveränderlichen Grundbestand ist und die wirkliche Bewegung widerspiegelt.

Ein weiteres Teilgebiet der Datengewinnung sind die Kostenfaktoren, beispielsweise der Personalgemeinkostensatz, der Fertigungslohnsatz und der Materialkostensatz. Wie die Sensitivitätsanalyse zeigt (siehe Abschnitt 60), ist hier eine verhältnismäßig hohe Genauigkeit angebracht. Glücklicherweise ist eine ziemlich exakte Ermittlung möglich, da über die absoluten Werte das Rechnungswesen Auskunft gibt und die Bezugsgrößen die exakt bekannten Fertigungs-Arbeitsstunden sind. Bei der Ermittlung der Kostensätze ist lediglich darauf zu achten, daß nur aufwandsgleiche Kosten herangezogen werden, da Zusatzkosten im Modell keine Verwendung finden (siehe Abschnitt 3160).

Hingegen gestaltet sich die Gewinnung der Abschreibungssätze für Maschinen und Grundstücke weitaus schwieriger. Die tatsächliche bilanzielle Abschreibung einer Periode ist das Ergebnis vieler Einzelabschreibungen mit unterschiedlichen Abschreibungssätzen. Der für das Modell benötigte Satz ist demzufolge ein Durchschnittssatz, der kaum mehr als gewogener Durchschnitt aus der Fülle der individuellen Abschreibungen ermittelt werden kann. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, daß die Modellergebnisse nicht sehr empfindlich auf eine Veränderung des Abschreibungssatzes für Maschinen reagieren. Als erster Anhaltspunkt für eine Schätzung wurde daher der Quotient aus der Abschreibung einer Periode und dem durchschnittlichen buchmäßigen Anlagenbestand während dieses Zeitraums gewählt. Dies rechtfertigt sich schon aus der Überlegung, daß im Grunde der Maschinenpark (das gleiche gilt für Gebäude) ein Lager ist, nämlich ein Lager von Nutzungen, dessen Zugänge die Investitionen und dessen Abgänge die Abschreibungen sind; daher treffen darauf auch die Ausführungen über die Schätzung von Time-lag-Koeffizienten zu. Für eine genauere Schätzung der Abschreibungssätze bietet sich die Prädiktoren-Methode an (siehe oben).

Ein Problem eigener Art stellen die Preisindizes dar, die für die drei Faktorarten: Material, Investition und Arbeit aufgestellt werden müssen. Hier kann

weder das Rechnungswesen Auskunft geben (dazu fehlt die Mengenkomponente), noch sind, wie im vorliegenden Fall, exakte unternehmensinterne Aufzeichnungen vorhanden. Als erste Approximation werden darum die Preisindizes verwendet, wie sie aus branchenspezifischen Veröffentlichungen zu entnehmen sind. Für eine fruchtbare Anwendung des Modells ist es indes notwendig, mit der Zeit die unternehmensspezifischen Indizes zu ermitteln.

Wie schon bei den Startbedingungen (Abschnitt 32) erwähnt, lassen sich die Anteilssätze ANSA, ANSU und WBS auch noch anders schätzen, indem man nicht von den Beständen zum Planungszeitpunkt, sondern von den jeweiligen Projektionsgleichungen ausgeht. So läßt sich die Projektionsgleichung (312-6) durch Umstellen zu einer Schätzfunktion für ANSU entwickeln:

(4-3) $\quad ANSU = S(11,19)_t / UMS_{t+1}$

In gleicher Weise wird auch bei ANSA verfahren; wir gewinnen aus (3130-11)

(4-4) $\quad ANSA = S(3,11)_t / INV_{t+1}$

Es versteht sich, daß UMS_{t+1} und INV_{t+1} hier keine Prognosewerte, sondern historische Werte sind. Während bei den vorhergehenden Gleichungen nur Stromgrößen zur Schätzung verwandt werden, erhält man WBS (anders als in (321-4)) auch aus der Projektionsgleichung (3161-2)

(4-5) $\quad WBS = S(21,14) \; / \; B(10)$

Man wird mit den obenstehenden Schätzfunktionen die gesuchten Parameter immer aus dem Zahlenmaterial mehrerer Perioden schätzen und daraus einen Mittelwert bilden. Dabei kann es allerdings zu den in Abschnitt 32 erwähnten Inkonsistenzen kommen, wenn diese Schätzwerte nicht mit denen übereinstimmen, die sich als Startbedingungen ergeben.

Für den Produktionsbereich sind zwei Größen zu schätzen, nämlich die Produktionsdauer (β) und die Arbeitszeit pro Stück. Unter Produktionsdauer sei hier die mittlere Durchlaufzeit eines Durchschnittsprodukts verstanden. Probleme der Schätzung dieses time lags ergeben sich daraus, daß die Fertigung gewöhnlich nicht kontinuierlich erfolgt, sondern in erster Linie eine Herstel-

lung von Baugruppen ist, die oft in Losen in unterschiedlichen Intervallen erzeugt werden. Hier helfen zunächst langjährige Erfahungs-Durchschnittswerte weiter.

Demgegenüber ist die Arbeitszeit pro Stück (APS), d.h. pro fiktiver Produkteinheit, keine zu schätzende Größe, sondern Definition. Legt man, wie in Abschnitt 311 erwähnt, APS auf eine bestimmte Stundenzahl fest (Fertigungsstunden; hier 1000 Stunden), so ergibt sich daraus die Zahl der fiktiven Einheiten. Man könnte auch umgekehrt zu Anfang eine beliebige Anzahl von fiktiven Produkteinheiten annehmen und daraus in Verbindung mit der Arbeitsstunden-Kapazität APS ermitteln, was zum prinzipiell gleichen Ergebnis führt.

Zu den in der Realität vorhandenen Daten treten solche Parameter, die nur modellspezifisch sind. Dazu rechnen etwa die Dämpfungskoeffizienten des Dämpfungsmechanismus (3166-5) oder die Übertragungsfaktoren der Preisregelkreise (siehe Abschnitt 6201). Alle diese Faktoren müssen durch Probieren gefunden werden. Bei den Dämpfungsfaktoren kommt es auf eine schnelle und zugleich flexible Dämpfung an, bei den Übertragungsfaktoren auf eine rasche Kompensation der Regelabweichungen. Dabei ist auch zu beachten, daß die Übertragungsfaktoren nur innerhalb gewisser Grenzen (Stabilitätsgrenzen) wählbar sind (vgl. dazu 57, S. 120).

5. Programmieren und Austesten des Simulationsmodells

Obgleich das Programmieren und das Austesten des Modells gedanklich zwei verschiedene, aufeinanderfolgende Phasen sind, lassen sie sich praktisch dennoch nicht trennen, da die Programmierphase von ständigen Tests begleitet ist.

Wie weiter oben schon erwähnt, wurde das Modell in FORTRAN programmiert, eine eigene Simulationssprache ist hierzu nicht nötig. Das Grobblockdiagramm der Abb. 5.1 (Seite 161) gibt einen Überblick über den Programmaufbau, das Programm selbst findet sich im Anhang. Auf die am Anfang stehende Dimensionierung der benötigten Felder und der Initialisierung der Variablen folgt ein Satz von Optionen, die gewisse Standardexperimente verkörpern, wie: Preissteigerung (mit oder ohne), Gebäudeinvestition (diskret oder stetig), Liquiditätsregelkreise (I oder II), Preispolitik (erfolgsneutral oder liquiditätsneutral), Bewertungsmethoden, Gewinnausschüttungsintervall (jährlich oder quartalsweise), Outputintervall (Jahres- oder Quartalsbilanzen).

In den Startbedingungen wird der überwiegende Teil der zum Start benötigten Werte selbständig errechnet, wodurch eine aufwendige Dateneingabe entfällt. Das Kernstück der Startbedingungen sind die Mengenvariablen, die als Lösungen des nichtlinearen Gleichungssystems (320-4, 5, 6) anfallen. Die Lösung erfolgt mit Hilfe der aufzurufenden Unterprogramme NONLIN (eine SHARE-Routine) und MATINV (ein Standardprogramm zur Matrizeninversion) sowie einer selbst zu schreibenden Subroutine EVAL (in der Abb. 5.1 durch "UP" symbolisch dargestellt). Darauf aufbauend werden alle die Basisstromvariablen errechnet, die für die erste simulierte Periode benötigt werden. Zu Kontrollzwecken werden auch ROZUGN, HFZUGN, FFZUGN, also die Nettozugänge an Material, Halbfabrikaten und Fertigfabrikaten für die letzte Periode vor dem Planungszeitpunkt errechnet. Aus Abweichungen von den historischen Werten lassen sich nämlich Rückschlüsse auf die Güte der dem Modell zugrundegelegten Annahmen machen.

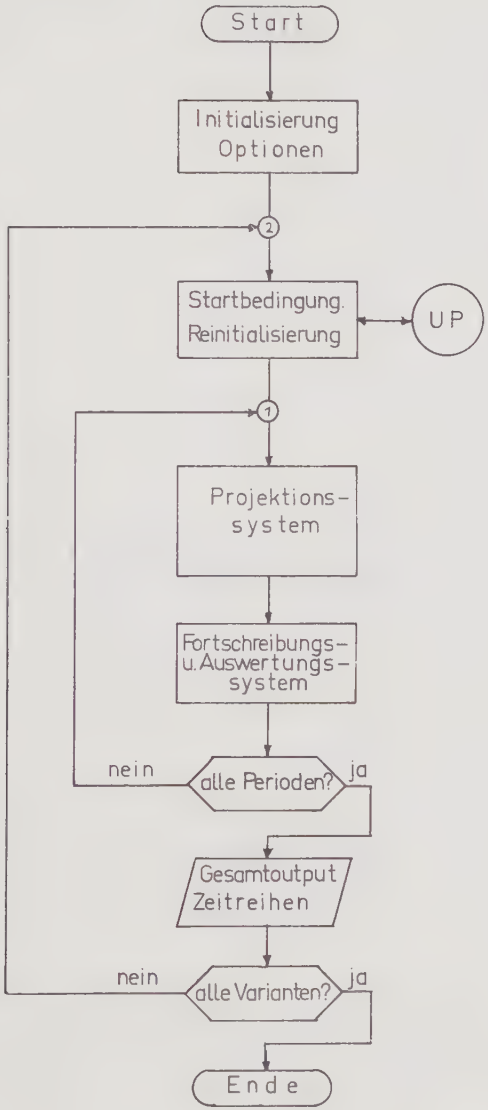


Abb. 5.1: Grobblockdiagramm des Simulationsprogramms

Sind die Startbedingungen ermittelt, kann die Simulation der ersten Periode des Planungszeitraums beginnen. Nacheinander werden, vereinfacht, folgende Teile des Projektionssystems durchlaufen:

- Errechnen Preisindizes
- Errechnen Kostensätze (bei Preissteigerung)
- Errechnen Verkaufspreis (über Preisregelkreise, falls keine autonome, d.h. exogene Preisbestimmung)
- Beschaffung, Produktion, Absatz
- Rückstellungen, Anzahlungen, neutrale Erträge
- Abschreibungen, Gewinnverteilung, Fremdkapitaltilgung und -aufnahme
- Liquiditätsregelkreis II und Dämpfungsglied
- Steuer und Gewinn
- Liquiditätsregelkreis I

Eine genaue Gruppierung nach zusammengehörigen Teilgebieten läßt sich nicht einhalten, da durch die Struktur der Projektionsgleichungen gewisse Reihenfolgen determiniert sind. In den Fällen, wo zur Berechnung einer Variablen die Berechnung von anderen Variablen vorausgesetzt wird, die selbst noch nicht bestimmt sind (wenn also Interdependenzen auftreten), kann man sich mit vorläufigen Werten behelfen, die später korrigiert werden. Die damit verbundenen Ungenauigkeiten sind i.d.R. minimal.

Die Ergebnisse der ersten Periode werden im Fortschreibungs- und Auswertungssystem aufbereitet. Dies geschieht in folgenden Schritten:

- Fortschreibung der Bestandsgrößen (Ergebnis: Bilanz)
- Bewegungsbilanz
- Erfolgsrechnung
- Stellenkürzungen (damit Ausgabe in tausend DM)
- Kennzahlenberechnung
- Abspeicherung in Zeitreihenvektoren und -matrizen.

Damit ist die Simulation der ersten Periode beendet, es erfolgt Rücksprung

zum Anschlußpunkt 1, der Zyklus Projektionssystem/Auswertungssystem wird von neuem durchlaufen. Um Speicherplatz zu sparen, wurde bei den Variablen gänzlich auf die Zeitdimension verzichtet, d.h. es werden für jede Periode immer dieselben Speicherplätze benützt und damit die Werte der Vorperiode mit den Werten der laufenden Periode überschrieben. Insoweit Werte der vergangenen Periode(n) noch in der laufenden benötigt werden, lassen diese sich durch Abspeichern "aufbewahren". Generell geschieht das durch Zurückdatieren der jeweiligen Variablen zu Beginn des Projektionssystems, beispielsweise bei den Basisstromvariablen durch den FORTRAN-Befehl

$$TM1S(I,J) = S(I,J)$$

Voraussetzung dafür ist nur die Definition der Variablen TM1S(I,J), welche für $S(I,J)_{t-1}$ steht. Aus dem gleichen Grunde müssen auch die Ergebnisse einer Periode, sollen sie nicht verlorengehen, in den Zeitreihenvektoren und Zeitreihenmatrizen abgespeichert werden. Die hierbei verwendeten Variablennamen werden durch ein vorangestelltes "Z" gekennzeichnet. Zum Beispiel erfolgt die Abspeicherung in FORTRAN-Schreibweise bei den Variablen x und B(I) in Periode t auf folgende Weise:

$$ZX(T) = X$$
$$ZB(I,T) = B(I)$$

Der Zyklus Projektionssystem/Auswertungssystem wird nun solange durchlaufen, bis das Ende des Planungszeitraums erreicht ist. Nach jedem Zyklus-Durchlauf kann man sich das Ergebnis der betreffenden Periode ausdrucken lassen. Diese Output-Alternative ist dann zu empfehlen, wenn eine geschlossene Darstellung des Ergebnisses einer Periode gewünscht wird.

In den meisten Fällen dürfte die Output-Alternative bevorzugt werden (oder zusätzlich erfolgen), bei der die Ergebnisse des ganzen Planungszeitraums (die endogenen Variablen) in Form von Zeitreihen zum Ausdruck gelangen. Beispiele für die erste, wie auch für die zweite Form des Outputs finden auf den Seiten 211 bis 215.

Bei der zuletzt erwähnten Form des Gesamtoutputs kann wieder zwischen zwei Möglichkeiten gewählt werden, nämlich Quartalsergebnissen und Jahresergebnissen. Im ersten Fall kommen die Zeitreihen so, wie sie gebildet wurden, zum Ausdruck, im zweiten Fall wird nur jedes vierte Quartal ausgedruckt. Das setzt aber voraus, daß die Stromgrößen der vier Teilperioden kumuliert werden. Dies wird, wie schon erwähnt, zu Beginn des Simulationslaufs bei der Festlegung der Optionen veranlaßt.

Ein Simulationsexperiment ist zumeist nicht mit dem Durchrechnen einer einzigen Variablen- bzw. Parameter-Konstellation erledigt, weshalb in Anschluß an einen kompletten Durchlauf des Simulationszyklus durch Rücksprung auf Anschlußpunkt 2 eine neue, vollständige Planungsperiode mit veränderten Wertekonstellationen durchsimuliert werden kann, ohne daß es dazu eines neuen Computerlaufs bedarf. Dabei müssen aber die Startbedingungen reinitialisiert werden, soweit sie durch Überschreiben verlorengegangen sind. Prinzipiell wird immer nur eine Variable zur selben Zeit verändert, damit die von der Änderung ausgehende Wirkung eindeutig auf diese Variable zurückgeführt werden kann. Die Veränderung mehrerer Variabler, wie sie nur nacheinander erfolgen kann, bedingt entsprechend viele Schleifen. Ein Beispiel für ein derartiges mehrdimensionales Simulationsexperiment findet sich in Abschnitt 611.

Zum Programm ist abschließend zu sagen, daß es aufgrund der Konzeption (insbesondere durch die Strommatrix) und der Größenordnung des Modells verhältnismäßig klein ist und nur etwas über 500 Befehle umfaßt. Durch das Fehlen der Zeitdimension bei den Variablen bewegt sich überdies der Speicherbedarf mit knapp 40.000 Speicherstellen noch in einer niedrigen Größenordnung; dadurch kann das Modell auch auf kleinen Anlagen gerechnet werden. Die Rechenzeit für das Compilieren des Programms beträgt auf einer großen Rechenanlage (z.B. IBM 360/91) etwa 10 Sekunden, für die Simulation von 40 Zyklen (eine Planungsperiode) ist ungefähr eine Sekunde erforderlich. Diese geringe Rechenzeit fällt besonders dann vorteilhaft ins Gewicht, wenn viele Alternativen durchgerechnet werden müssen.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß das Austesten des Programms nicht erst nach Abschluß des Programmierens beginnt, sondern die ganze Programmierungsphase begleitet. Grundsätzlich empfiehlt es sich, mit einem kleinen Modell zu beginnen und dieses Schritt für Schritt auszubauen, so daß laufend eine Kontrollmöglichkeit gegeben ist. Die Kontrolle ist nicht nur nötig wegen der unvermeidlichen Programmierfehler, sondern auch wegen des anfangs noch unbekannten Zusammenwirkens der Modellbausteine. Wie schon bei den allgemeinen Ausführungen über die Simulation (Abschnitt 2) angeschnitten, können bei Simulationsmodellen gerade hier Schwierigkeiten und Probleme auftreten, die zuvor nicht erkennbar sind.

Typische Fehler, bei denen das ganze System zusammenbricht, sind beispielsweise zufällige Rückkopplungen oder durch bestimmte Parameterkombinationen bei dynamischen Gleichungen hervorgerufene Instabilitäten. So ist beim vorliegenden Fall im Entwicklungsstadium dadurch eine Rückkopplung aufgetreten, daß die aktivierten Eigenleistungen eine Funktion der Maschineninvestitionen waren, die Maschineninvestitionen aber wiederum eine Funktion der Abschreibungen aus aktivierten Eigenleistungen und Maschineninvestitionen. Die auf diese Weise entstandene Rückkopplung ließ die Investitionen über alle Grenzen wachsen und das System nach einiger Zeit "explodieren". Das gleiche tritt bei bestimmten Wertekombinationen der Kapazitätsaufteilungsfaktoren in (311-3) ein: so sind alle σ-Kombinationen, die nicht die Bedingung: $\sigma_1 \geq \sigma_2 + \sigma_3$ erfüllen, instabil. Das System gerät in immer größer werdende Schwingungen.

Neben diesen für dynamische Modelle charakteristischen Fehlerursachen, die oftmals einen Systemzusammenbruch bewirken, treten aber auch Fehler in den Systemkomponenten auf, die nicht so ohne weiteres feststellbar sind. Hier helfen Stabilitäts- und Plausibilitätskriterien weiter.

Ein Stabilitätskriterium für den stationären Fall ist die Konstanz der endogenen Variablen über die Zeit hinweg. Am einfachsten läßt sich die Konstanz an den Beständen der Bilanzen ablesen. Anfänglich vorhandene Schwingungen, die sich bis zum Einpendeln auf die Gleichgewichtslage ergeben können, müssen ver-

schwinden. Experimentell wird das stationäre Gleichgewicht dadurch herbeigeführt, daß entweder die exogene Wachstumsrate auf null gesetzt wird (dann muß FVM konstant und auf dem Niveau von FVD bleiben), oder die Gewinnausschüttung beträgt 100 %, wodurch das endogene Wachstum auf null gedrückt wird (die Höhe des hierbei exogen festgelegten FVM spielt dabei keine Rolle, da keine Selbstfinanzierung stattfindet). Wenn unter diesen Bedingungen systematische Veränderungen auftreten, sind diese in den meisten Fällen auf fehlende Komponenten oder auf Disproportionalitäten bei den Daten[1] zurückzuführen. Es ist ratsam, die Systemkomponenten und Daten solange zu prüfen und zu ändern, bis sich das stationäre Gleichgewicht einstellt, selbst wenn dabei vorübergehend von realitätsnäheren Formulierungen abgewichen werden muß.

Falsche oder fehlende Systemkomponenten sowie Inkonsistenzen bei den Startbedingungen wirken sich nämlich auf die Zeitreihen als degressive und progressive Effekte aus, wodurch die Zeitreihen dann einen "Gang" aufweisen. Fehlen beispielsweise die Gebäudeinvestitionen, so bedeutet dies implizit eine grenzenlose Gebäudekapazität; die für die Ersatz- (Erhaltungs-) Investitionen an sich benötigten Mittel werden nicht gebunden, die Liquidität dadurch überhöht und die endogene Wachstumsrate positiv (statt null). Auch wenn das System im stationären Gleichgewicht bleibt, ist damit noch nicht das dynamische (eigentlich: evolutorische) Gleichgewicht gewährleistet. Als Stabilitätskriterium dient hier die Konstanz der Zuwachsrate(n). Am deutlichsten treten die Zuwächse in der Bewegungsbilanz in Erscheinung. Experimentell wird der Test auf dynamisches Gleichgewicht so durchgeführt, daß entweder die exogene Wachstumsrate einen bestimmten, konstanten Wert annimmt (dann muß wiederum FVM sich auf einen konstanten Wert einstellen, der aber größer als FVD ist), oder der Gewinnausschüttungssatz wird (im Vergleich zum Test auf stationäres Gleichgewicht) auf eine bestimmte, gleichbleibende Höhe reduziert (woraus eine positive, gleichbleibende, endogene Wachstumsrate resultieren muß). Falls sich unter diesen Bedingungen keine konstanten Zuwachsraten ergeben, befindet sich das System nicht im Gleichgewicht und läßt Fehler vermuten.

---

1 Hier ist das Inkonsistenzproblem bei den Daten angesprochen; vgl. dazu Abschnitt 122.

Auch hier ist es wieder empfehlenswert, das System solange zu korrigieren, bis sich ein dynamisches Gleichgewicht einstellt. Änderungen der Änderungsraten (bzw. der Differenzen) deuten zumeist (z.B. eine im Zeitablauf steigende Wachstumsrate) auf degressiv oder progressiv wirkende Systemkomponenten hin. Ein Beispiel hierzu ist der Sollbestand des Zahlungsmittelkontos: Wird er nicht dynamisiert, etwa dadurch, daß er mit der Wachstumsrate mitwächst, so geht von dem im Zeitablauf im Vergleich zu den anderen Beständen relativ kleiner werdenden Bestand ein liquiditätsfreisetzender Effekt aus, der wachstumssteigernd wirkt.

Erst wenn sowohl stationäres wie auch evolutorisches Gleichgewicht erreicht ist, kann mit der Modellentwicklung bzw. dem Programmieren fortgefahren werden. Die Systemstabilisierung kann erfordern, daß man vorübergehend unrealistische Annahmen machen muß, etwa kontinuierliche Gebäudeinvestitionen postulieren (kontinuierlich hier im Sinne von gleichmäßig). Solche Annahmen können nach erfolgreichen Tests wieder rückgängig gemacht werden; die davon ausgehenden Wirkungen sind dann jedenfalls eindeutig auf bekannte Ursachen zurückführbar.

Die gleiche Testprozedur muß auch für die Startbedingungen durchlaufen werden, auf deren Genauigkeit und Verzerrungsfreiheit es entscheidend ankommt. Wie schon im Abschnitt über die Startbedingungen (32) ausgeführt wurde, liegt hier das Problem darin, das Gesamtsystem "ruckfrei" zu starten, was besonders dadurch erschwert wird, daß das System im typischen Fall kein stationäres, sondern ein evolutorisches ist.

Neben den Stabilitätstests finden auch Plausibilitätstests statt, deren Kriterien von Fall zu Fall verschieden sind. So dürfen beispielsweise keine negativen Steuern auftreten oder negative Gewinne (Verluste) ausgeschüttet werden. Durch oftmaligen Wechsel der Testbedingungen lassen sich derartige Fehler aufdecken.

Die eigentlichen Modellexperimente können erst beginnen, wenn das Programm

seine endgültige Gestalt gewonnen hat und nach allen Richtungen ausgetestet worden ist. Alle möglichen Verhaltensweisen des Systems müssen klar auf ihre Ursachen zurückzuführen sein, was Vertrautheit mit dem Modell voraussetzt. Wirkungen, deren Zustandekommen nicht restlos erklärt werden können, stellen für die Simulationsexperimente eine nicht zu unterschätzende Gefahr dar, weil davon unkontrollierbare Einflüsse ausgehen können. Diese Gründe erklären auch, weshalb dieses Simulationsmodell deterministisch und nicht stochastisch formuliert worden ist: Eingebaute Zufallsprozesse machen es ungeheuer schwer, das Systemverhalten noch unter allen Umständen zu verstehen. Erst in einer weiteren Ausbaustufe, wenn noch mehr Erfahrung mit dem Modell gesammelt worden ist, kann an die Einbeziehung stochastischer Elemente gedacht werden.

Die ausführliche Erörterung des Austestens sollte die außerordentliche Wichtigkeit dieser Tätigkeit betonen. Sie sollte gleichzeitig auch deutlich machen, daß hier viele Probleme liegen (oder auftauchen) und daß mit der Lösung dieser Probleme ein hoher Aufwand an Arbeits- und Rechenzeit verbunden ist. Darüber hinaus ist vielleicht auch klar geworden, daß sich ein Simulationsmodell dieser Art nicht am Schreibtisch bzw. auf dem Papier entwickeln läßt.

6. Modellexperimente

Experimente an sozialen Systemen lassen sich nicht einfach so durchführen wie Experimente in den Naturwissenschaften, wo unter Laborbedingungen kontrollierte Experimente möglich sind. Abgesehen von den auch hier vorhandenen Schwierigkeiten, alle Einflußgrößen unter Kontrolle zu halten, ist die Situation bei komplexen sozialen Systemen viel ungünstiger, da diese sich nicht in ein Labor versetzen lassen. Als Ausweg bleibt nur, die Experimente an einem verkleinerten Abbild der Wirklichkeit, einem Modell, vorzunehmen. Besonders geeignet sind hierfür Simulationsmodelle, die das Verhalten eines Systems abbilden. Der Analogieschluß von den Ergebnissen der Modellexperimente auf die Wirklichkeit setzt natürlich eine Homomorphie zwischen Modell

und Wirklichkeit voraus, so daß auf diese Weise ein neues, nicht geringes Problem entsteht. Die Ergebnisse sind somit immer bedingte Ergebnisse in dem Sinne, daß sie nur gültig sind unter den getroffenen Annahmen.

Die Experimente, die an dem in Abschnitt 3 dargelegten Modell vorgenommen werden, bestehen einmal in der Variation der unbeeinflußbaren Größen (Sensitivitätsanalyse), sodann in der Variation der beeinflußbaren Größen, wobei zwischen Zielplanung und Planung von Strategien unterschieden wird.

60. Sensitivitätsanalyse

In der Sensitivitätsanalyse wird die Abhängigkeit des Systemverhaltens bzw. der Modellergebnisse von Veränderungen unbeeinflußbarer Größen (Parameter, Daten) untersucht. Zweck der Analyse ist, herauszufinden, inwieweit die Ergebnisse von Änderungen der Daten beeinflußt werden, wie "empfindlich" das Modell also auf diese Veränderungen reagiert. Gleichzeitig - und das wurde schon in Abschnitt 4 angeschnitten - können daraus Rückschlüsse darauf gezogen werden, wie genau diese Daten sein müssen, denn es gilt grundsätzlich, daß diejenigen Größen, auf die das System empfindlicher reagiert, präziser zu schätzen sind als jene, auf die das System kaum anspricht. Da mit der Datenbeschaffung regelmäßig ein hoher Aufwand verbunden ist, kann durch die Sensitivitätsanalyse schon frühzeitig eine systematische Beschränkung oder Schwerpunktverlagerung auf die relevanten Daten erfolgen.

In der Tabelle 60.1 finden sich einige der interessanten Parameter zusammen mit einer Maßzahl, die die Empfindlichkeit des Systems auf eine Änderung dieser Größen widerspiegelt. Als Maßzahl wurde die aus der Volkswirtschaftslehre bekannte Elastizität gewählt, die wie folgt definiert ist:

$$\varepsilon = \frac{\text{proz. Änderung der abhängigen Größe}}{\text{proz. Änderung der unabhängigen Größe}} = \frac{\Delta x/x}{\Delta y/y}$$

In einer für praktische Zwecke genügenden, einfachen Interpretation drückt dieser Quotient aus, um wieviel Prozent eine bestimmte, als Kriterium ge-

wählte abhängige Größe sich ändert, wenn die zu untersuchende unabhängige Größe (der jeweilige Parameter) sich um ein Prozent ändert (vgl. 59, S. 28). Aus dem Vorzeichen kann abgelesen werden, ob die Änderung gleichsinnig (positives Vorzeichen) oder gegensinnig ist (negatives Vorzeichen). Als Kriterium besonders geeignet erwies sich die Wachstumsrate. Ein Elastizitäts- bzw. Empfindlichkeitswert von -1 beispielsweise gibt an, daß sich die Wachstumsrate um ein Prozent verringert, wenn der entsprechende Parameter um ein Prozenterhöht wird. Werte, die kleiner als -1 sind, weisen daher auf Parameter hin, auf die das System überproportional empfindlich reagiert, über -1 liegende Werte zeigen eine unterproportionale Empfindlichkeit an.

Parameter	Empfindlichkeit $\mathcal{E}$
α	-0.04
β	-1.05
γ	-0.05
δ	-0.11
σ_1	-0.03
PGKS	-6.95
DLS	-2.50
FLS	-1.52
SE	-1.60
DS	-0.54

Tabelle 60.1: Sensitivitätsanalyse bei den wichtigsten Modellparametern; als Empfindlichkeitsmaß dient die sog. Elastizität (Definition im Text)

Wie der Tabelle 60.1 zu entnehmen ist, gehen mit Ausnahme der Produktionsdauer (β) von den time lags keine großen Wirkungen auf das Wachstum bzw. die Wachstumsrate aus. Dagegen ist die Empfindlichkeit bei den Kosten-

sätzen (besonders beim Personalgemeinkostensatz PGKS) stark ausgeprägt. Eine Steigerung des Personalgemeinkostengesetzes um 1 % reduziert die Wachstumsrate um 7 %, also beispielsweise von jährlich 4 % auf 3,72 %. Ziemlich hoch ist auch noch der wachstumshemmende Effekt, der vom Körperschaftsteuersatz für einbehaltene Gewinne (SE) ausgeht. Erstaunlich gering hingegen wirkt sich eine Variation des Abschreibungssatzes (DS) aus, ein glücklicher Umstand, da dieser Satz - im Vergleich zu den Kostensätzen - sich nicht sehr genau schätzen läßt. Damit rechtfertigt sich aber auch die relativ einfache Konstruktion des Abschreibungs-Modells. In modelltechnischer Hinsicht am erfreulichsten ist indes die Empfindlichkeit beim Kapazitätsaufteilungsfaktor δ_1, die wohl am schwersten zu schätzende Größe. Sie weist den kleinsten Koeffizienten auf.

Die Sensitivitätsanalyse gibt daneben auch noch Auskunft, welche Parameter in welcher Stärke primär auf die Liquidität (wie bei den auf die Kapitalbindungsdauer einwirkenden Time-lag-Faktoren), auf Liquidität und Erfolg (so die Kostensätze) oder primär auf den Erfolg (Abschreibungssatz) einwirken. Das Verständnis dieser Zusammenhänge ist vor allem wichtig bei der Beurteilung der Modellergebnisse, da sich hieraus Ansatzpunkte für Strukturkorrekturen und/oder Parameterüberprüfungen ergeben können.

61. Zielplanung

"Unter Unternehmensplanung versteht man das systematische Vorgehen zur Bestimmung spezifischer Unternehmungsziele und der zu ihrer Erreichung einzusetzenden Mittel und Maßnahmen" (66, S. 309). Was die Zielplanung so schwierig macht, ist nicht (oder nicht nur) die Fixierung der Ziele selbst, sondern auch das Ausmaß dieser Ziele; denn die Bestimmung des Ausmaßes kann nicht ohne Kenntnis der Interdependenz der Ziele erfolgen, von der aber in praxi zumeist nicht mehr bekannt ist als daß sie gleichgerichtet, neutral oder gegenläufig ist. Läßt ein Urteil darüber sich oft schon bei mehr als zwei Zielen nicht mehr fällen, weil die Zusammenhänge zunehmend komplizierter werden,

so ist das Fingerspitzengefühl vollends überfordert, wenn auch noch die Ziele in einer zeitlichen Abfolge geplant werden sollen. Wie und in welcher Weise mathematische Modelle hier eine Hilfestellung gewähren können, soll in den folgenden Abschnitten verdeutlicht werden.

610. Definition der Ziele

Ziele gehen als Führungsgrößen in kybernetische Modelle ein. "Der kybernetische Ansatz im Rahmen der Systemtheorie betrachtet die Ziele als gegeben und fragt danach, wie diese trotz Störungen, Widerständen und Schwierigkeiten aller Art erreicht werden können" (64, S. 650). Damit bleibt die Suche nach den Zielen selbst aus dem Erkenntnisbereich der Kybernetik ausgeschlossen (vgl. 64, S. 650 und 16, S. 53). Das Simulationsmodell als kybernetisches Modell ist in diesem Sinne in erster Linie ein Zielerreichungsmodell, wenn unter Zielen die Sollwerte bzw. die Führungsgrößen verstanden werden. Zielerreichung setzt aber Zieldefinition voraus.

Als Ziele lassen sich verschiedenartige absolute und relative Größen verwenden. Ziele können aber auch Entscheidungsvariable sein, nämlich dann, wenn diese als abhängige Variable zu Zielvariablen werden (vgl. dazu den ähnlichen Gedankengang bei 64, S. 664). So lassen sich die Ziele

- Wachstum
- Unabhängigkeit/Sicherheit
- Einkommen und
- Konkurrenzfähigkeit

in relativierter Form durch die Entscheidungsvariablen WR (reale Wachstumsrate), FVM (marginales Finanzierungsverhältnis), ASN (auf den Nettogewinn bezogener Ausschüttungssatz) und PSRP (Preissteigerungsrate bei Produkten) im folgenden Ziel-Gleichungssystem ausdrücken:

(610-1)
$$WR = f_1(FVM, ASN, PSRP; p_1, \ldots, p_n)$$
$$FVM = f_2(WR, ASN, PSRP; p_1, \ldots, p_n)$$

$$ASN = f_3 (FVM, WR, PSRP; p_1, \ldots, p_n)$$
$$PSRP = f_4 (WR, FVM, ASN; p_1, \ldots, p_n)$$

$p_1, \ldots, p_n$ - Parameter

Wie man sieht, wird durch die Festlegung von drei der vier Entscheidungsvariablen die vierte bestimmt: sie wird zur abhängigen Variablen und damit zur Zielvariablen. Nicht jede beliebige Entscheidungsvariable kann indes zu einer Zielvariablen "avancieren", wie umgekehrt nicht jede Zielvariable gleichzeitig auch eine Entscheidungsvariable sein kann.

Besonders deutlich wird die Doppelnatur der Variablen am Beispiel der Wachstumsrate, die endogene (abhängige, Ziel-) Variable ist, wenn die übrigen Variablen: FVM, ASN, PSRP festgesetzt worden sind, d.h. wenn der Liquiditätsregelkreis II "eingeschaltet" ist; tritt hingegen der Liquiditätsregelkreis I in Aktion, wird die Wachstumsrate fixiert (neben ASN und PSRP) und FVM wird zur abhängigen (Ziel-) Variablen.

Die gleichzeitige Festlegung aller vier Entscheidungsvariablen ist unerlaubt, da hierdurch die jeweilige Zielgleichung überbestimmt wäre. Wie noch zu zeigen sein wird, genügt auch oft die Festlegung von weniger als drei Variablen, nämlich dann, wenn die dadurch nicht-fixierten Variablen zu Stellgrößen in weiteren Regelkreisen werden. Da diese Regelkreise selbst wieder Führungsgrößen benötigen ("Ziele" im kybernetischen Sinn), erfolgt gewissermaßen eine Substitution der Variablen des obigen Zielsystems durch neue Ziel- bzw. Entscheidungsvariablen. Das Zielsystem erfährt auf diese Weise eine ziemliche Flexibilität.

Es stellt sich nun noch die Frage, weshalb im Zielsystem (610-1) ausgerechnet die angeführten und nicht irgendwelche anderen (Ziel- und Entscheidungs-) Variablen enthalten sind und weshalb diese auch noch in relativierter Form in Erscheinung treten.

Die Gründe für die Wahl der Variablen WR, FVM, ASN und PSRP als Ziel-

und Entscheidungsvariable sind: Vollständigkeit (auch im weiteren Sinn unter Beachtung der oben erwähnten Substitutionsmöglichkeit) und Unabhängigkeit. Vollständig ist das System der Zielvariablen in bezug auf das Modell, da, soweit dies übersehen werden kann, sich sämtliche anderen Ziele (falls sie modellkonform sind), aus diesen Zielen ableiten lassen. Unabhängigkeit bedeutet, daß sich die Entscheidungsvariablen in einer Zielgleichung isoliert variieren lassen, ohne daß gleichzeitig eine andere Entscheidungsvariable davon berührt wird. Dies ist keine Selbstverständlichkeit, da die (an sich unabhängigen) Entscheidungsvariablen in ihrer zweiten Natur als Zielvariablen auch abhängige Variable sind. Die Richtigkeit dieser Aussagen folgt aus der Struktur des Modells und läßt sich anhand der Modellergebnisse überprüfen.

Die vorstehenden Ausführungen erklären auch, weshalb in diesem System der Zielvariablen nicht das Ziel "Gewinn" explizit enthalten ist, etwa in der relativierten Form der Eigenkapitalrentabilität. Diese könnte mühelos an die Stelle irgendeiner anderen Variablen treten (z.B. anstelle von FVM), wenn dafür die ersetzte Variable zu einer abhängigen (endogenen), von einem Regelkreis (als Stellgröße) verwendeten Größe wird. Genau das gleiche gilt auch für den Fall der Umsatzrendite. Im Abschnitt 62 wird am Beispiel der Umsatzrendite dieses Verfahren der Zielsubstitution gezeigt.

Der Grund, weshalb die Ziele des Ziel-Gleichungssystems in relativierter, nicht aber in absoluter Form in Erscheinung treten, liegt einfach in der dadurch bewirkten Zeitunabhängigkeit der Zielformulierung. In einem evolutorischen System wie die Unternehmung sähe die absolute Kapazität, die durchschnittliche Eigenkapital/Fremdkapital-Relation, die absolute Gewinnausschüttung und der absolute Verkaufspreis zu jedem Zeitpunkt anders aus. Es fügt sich überdies, daß die vier relativen Zielvariablen WR, FVM, ASN und PSRP auch Kennzeichen gleichgewichtigen Wachstums sind, oder, anders ausgedrückt, daß diese vier Variablen bei gleichgewichtigem Wachstum im Zeitablauf unverändert bleiben. Dies ist mit ein Grund, weshalb im System der Zielgleichungen (610-1) diese vier Variablen und keine anderen verwendet werden.

Mit der Definition eines zeitunabhängigen, vollständigen, flexiblen Systems von Zielen, die unabhängig voneinander variiert werden können, ist die Grundlage geschaffen für die Untersuchung der Beziehungen der Ziele untereinander, der Zielinterdependenz.

611. Zielinterdependenzen

Die Beantwortung von Fragen nach Komplementaritäts- und Konkurrenzbeziehungen zwischen Zielen (zu den Begriffen siehe 24, S. 95), hat für praktische Planungsprobleme eine eminente Bedeutung. Konträr zu der Bedeutung dieser Fragen verhalten sich die bisherigen Methoden und Möglichkeiten, die Zielbeziehungen (vgl. dazu 24, S. 94 ff.) quantitativ darzustellen. Heinen stellt fest (24, S. 102), daß "systematische Untersuchungen über die Interdependenzen zwischen mehreren Zielvariablen" fehlen. Er schlägt vor, "Zielbeziehungsfunktionen" mit Hilfe der Methoden der Statistik als Regressionsgleichungen zu ermitteln (24, S. 101).

Die Regressionsanalyse setzt nicht nur das Aufstellen von Hypothesen über die Gestalt der Funktionen voraus, sondern erfordert auch entsprechendes Datenmaterial. Sieht man einmal davon ab, daß die Gestalt das Ergebnis und nicht die Prämisse der Berechnungen sein sollte, so stellt allein das Datenproblem eine kaum zu überwindende Hürde dar. Selbst wenn es gelänge, Daten über realisierte Zielerreichungsgrade aus mehreren zurückliegenden Jahren zu erhalten, taucht sofort die Frage nach der Brauchbarkeit dieser Daten auf, da zwischenzeitliche Ereignisse grundlegende Situationsänderungen herbeigeführt haben können. Die statistische Ausschaltung solcher unkontrollierbaren Einflußgrößen durch Vergrößerung der Datenbasis scheidet zudem aus, da die Daten nur aus einem Unternehmen stammen können. Daß bei diesem Verfahren selbst dann noch, etwa auf makroökonomischer Ebene, schwierige Probleme bestehen, zeigen beispielsweise Schätzversuche von Angebots- und Nachfragefunktionen in der Ökonometrie. Bei alledem ist die Regressionsanalyse ein rein deskriptives Verfahren, das keinen Kausalzusammenhang darzustellen vermag.

Angesichts dieser Überlegungen scheinen die Aussichten, Zielbeziehungen quantitativ darzustellen, nicht gerade gut zu sein, noch dazu, wo auch bislang von analytischen Modellen hierzu kaum ein Beitrag geleistet wurde. Selbst das Zielprogrammieren (siehe Abschnitt 11), eine Abart des linearen Programmierens, bei dem ein Ziel als Linearkombination von Teilzielen maximiert wird, vermag die Zielbeziehungen nicht zu klären. Wie im folgenden gezeigt wird, ist die oftmals unterschätzte Simulationsmethode dazu in der Lage.

Die Abbildungen 61.1-3 stellen in grafischer Form die Zielinterdependenz des vierdimensionalen Zielsystems (610-1) dar. Vorweg sei bemerkt, daß es sich bei diesen Darstellungen um Original-Plotterzeichnungen handelt, die aus einem einzigen, gut 30 Sekunden dauernden, auf einer IBM 360/91 durchgeführten Computerlauf entstanden.[1] Diesem wie auch allen nachfolgenden Ergebnissen liegen von den echten Zahlen abgewandelte Eingabedaten zugrunde, die aber der Realitätsnähe der Ergebnisse keinen Abbruch tun.

Zur Berechnung der Zielinterdependenz genügt es, irgendeine der Zielgleichungen des Systems (610-1) zu berechnen. Rechentechnisch am besten geeignet ist hier die zweite Gleichung, bei der unter Einschaltung von Liquiditätsregelkreis I FVM die abhängige Variable ist. FVM benötigt nicht wie WR in der ersten Gleichung (=WG in den Strukturgleichungen) einen Dämpfungsmechanismus. Eine gewisse Einschwingzeit des Systems ist aber in jedem Falle erforderlich. Das Berechnungsexperiment wurde so durchgeführt, daß für WR drei, für ASN sechs und für PSRP ebenfalls drei Werte zu 54 Konstellationen kombiniert wurden, wobei (wegen der erwähnten Einschwingzeit) jede Wertekombination über 30 Perioden simuliert wurde. Insgesamt beruht so das Ergebnis auf der Durchrechnung von 1620 Perioden.

Die vier Dimensionen des Zielsystems machen es erforderlich, die Darstellung auf mehrere Nomogramme zu verteilen. Auf einem Blatt werden die Dimensionen FVM (Ordinate), ASN (Abszisse) und PSRP (Kurvenschar) untergebracht, während von Blatt zu Blatt WR verändert wird. Das Streben nach

---

1 Das Programm für diesen Lauf findet sich im Anhang (91).

Sicherheit und Unabhängigkeit drückt sich in einem hohen Eigenkapitalanteil am Gesamtkapital und damit in einem niedrigen marginalen Finanzierungsverhältnis FVM aus. Je kleiner der Ordinatenwert, desto größer die Zielerreichung. Gleiches gilt für das Einkommensziel: Je höher der Ausschüttungssatz ASN, desto größer ist also die Zielerreichung und desto geringer der Abszissenwert (man beachte die aus Darstellungsgründen erfolgte Umkehrung der Skala). Die Preissteigerungsrate bei den Produkten (PSRP) - auf die im einzelnen noch weiter unten eingegangen wird - ist um so geringer, je weiter sich eine Kurve der Kurvenschar von der linken unteren Ecke entfernt, d.h. dem Ziel der Konkurrenzfähigkeit, das in einer geringen Preissteigerungsrate zum Ausdruck kommt, nähert man sich um so mehr, je weiter man sich von der linken unteren Ecke entfernt. Der zwischen diesen drei Zielen bestehende Zielkonflikt wird damit schon auf den ersten Blick klar: Während bei den ersten beiden Zielen ein jeweils höherer Zielerreichungsgrad durch eine Annäherung an die linke untere Ecke gewonnen werden kann (was nicht gleichzeitig möglich ist wegen der Konvexität der Kurven), führt die Verfolgung des Konkurrenz-Zieles wieder davon weg. Vergleicht man die drei Nomogramme, denen unterschiedliche Wachstumsraten zugrunde liegen, so zeigt sich, daß höhere Wachstumsziele in der gleichen Weise von der linken unteren Ecke wegführen.

Soweit der Aufbau der Nomogramme und ein erster Überblick über die Zielbeziehungen. Bei der nun folgenden Kurvendiskussion sind es vor allem die nachstehenden Merkmale, die einer eingehenden Analyse bedürfen:

1. Konvexe Krümmung der Kurven
2. Ungleiche Abstände der Kurven
3. Verschiebung der Kurvenscharen nach rechts oben bei zunehmender Wachstumsrate, dabei Vergrößerung der Abstände.

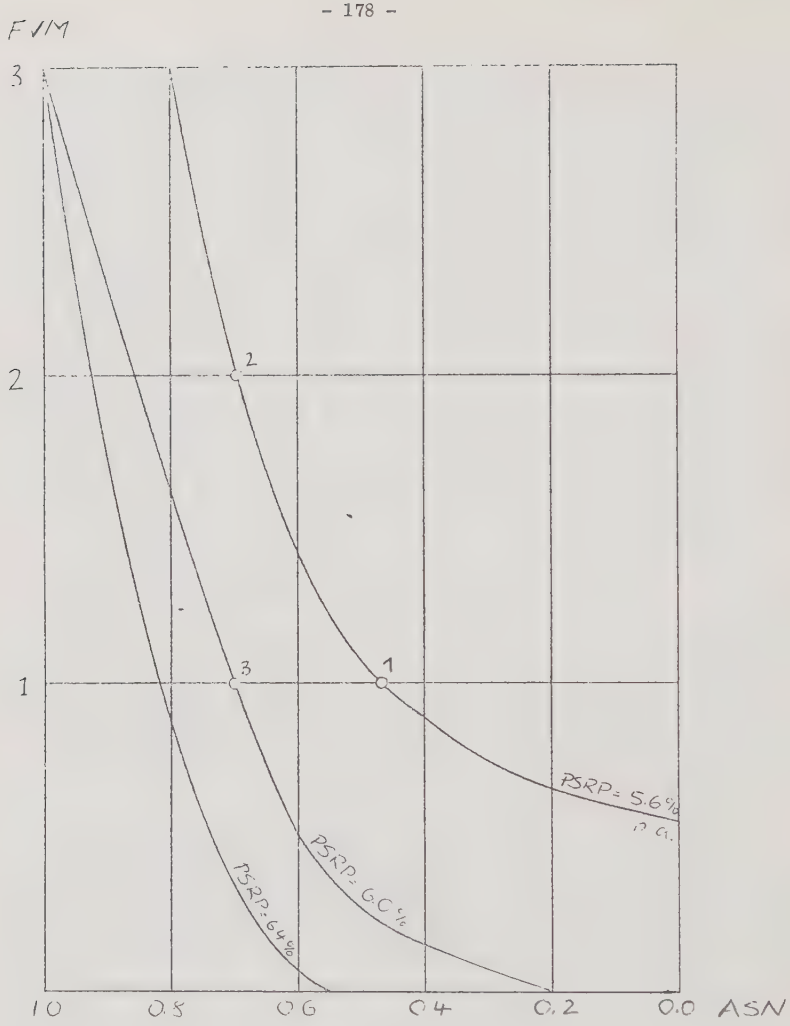


Abb. 61.1: Nomogramm der Zielbeziehungen

Zwischen den Zielen: Unabhängigkeit/Sicherheit (ausgedrückt durch das marginale Finanzierungsverhältnis FVM), Einkommen (Ausschüttungssatz vom Nettogewinn, ASN) und Konkurrenzfähigkeit (Preissteigerungsrate bei den Produkten, PSRP) bei fixiertem Wachstumsziel (WR = 1.6 % p.a.)

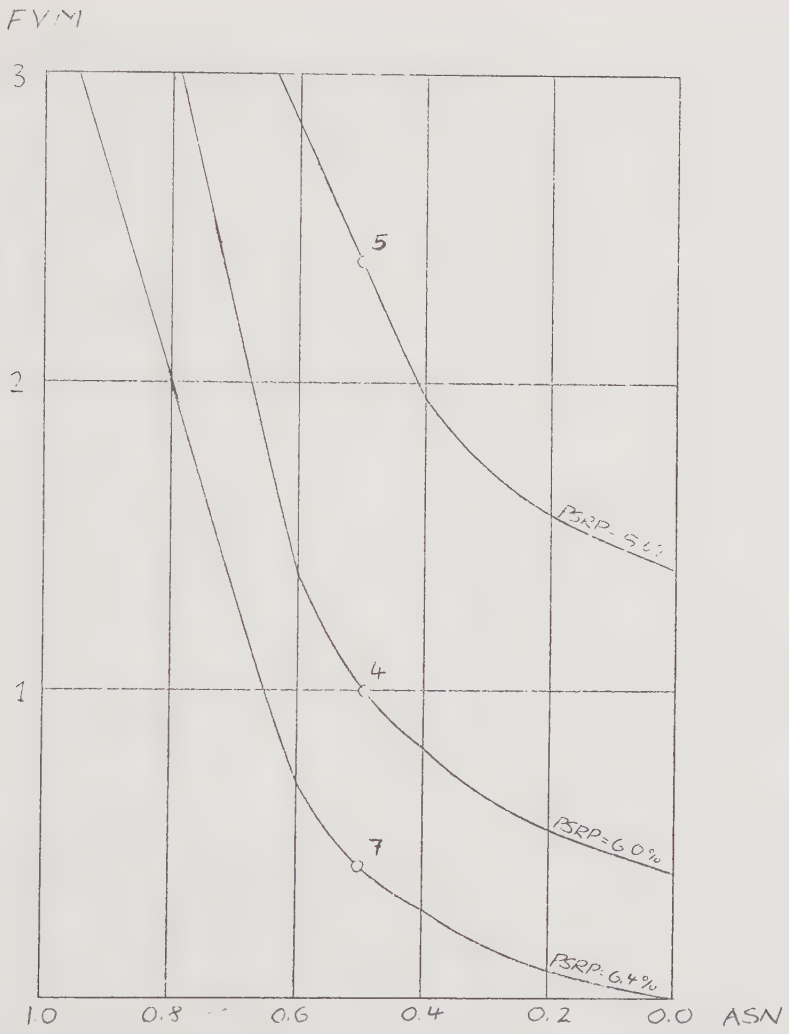


Abb. 61.2: Wie Abb. 61.1, mit einer fixierten Wachstumsrate von 3.2 % p.a.

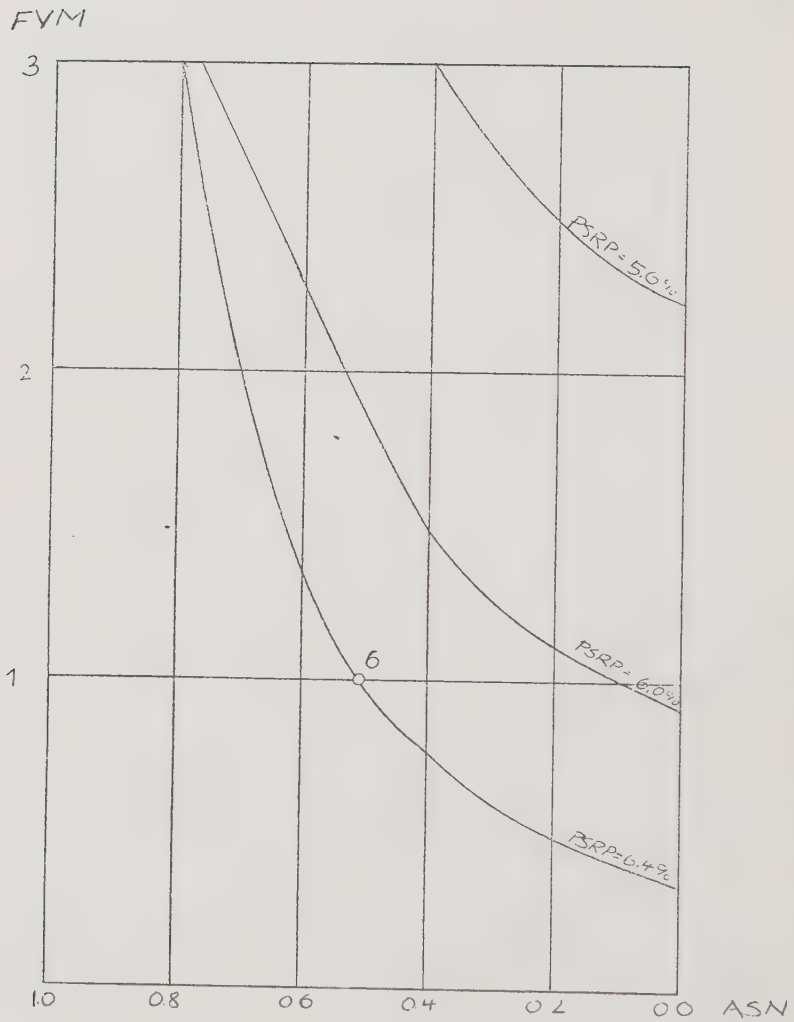


Abb. 61.3: Wie Abb. 61.1, mit einer fixierten Wachstumsrate von 4.8 % p.a.

(1) Die konvexe Krümmung der Kurven ist auf den bei fallendem Ausschüttungssatz stärker dominierenden Körperschaftsteuersatz für einbehaltene Gewinne zurückzuführen, so daß der Körperschaftsteuer-Mischsatz größer wird (siehe Abschnitt 3150, Variable GSTS). Identisch mit dem fallenden Ausschüttungssatz auf der Abszisse ist der steigende Selbstfinanzierungssatz, wodurch der obige Sachverhalt auch so beschrieben werden kann, daß aufgrund des gespaltenen Körperschaftsteuersatzes die Körperschaftsteuer um so höher wird, je größer die Selbstfinanzierung geplant wird. Im Umkehrschluß bedeutet dies, daß die Krümmung der Kurven allein auf die faktische Steuerprogression bei wachsender Selbstfinanzierung zurückzuführen ist.

(2) Wie die Krümmung der Kurven auf den Einfluß der Steuer (genauer: den gespaltenen Körperschaftsteuersatz) zurückzuführen ist, beruhen auch die ungleichen Abstände der Kurven auf steuerlichen Einwirkungen. In Abschnitt 3400 wurde der Multiplikatoreffekt beschrieben, der sich ergibt, wenn der durch die Versteuerung von Scheingewinnen entstehende Liquiditätsverlust über entsprechende Verkaufspreissteigerungen kompensiert werden muß. Die geringer werdenden (senkrechten) Abstände der Kurven beim Übergang von Kurven niedriger Preissteigerungsrate auf Kurven höherer Preissteigerungsrate (im Nomogramm von rechts oben nach links unten) spiegeln u.a. diesen Multiplikatoreffekt wider:

Solange die Verkaufspreissteigerung kleiner als die Faktorpreissteigerung auf der Basis der historischen Anschaffungskosten ist, schlägt sich eine Erhöhung der Verkaufspreise voll als Liquiditätszuwachs nieder (große Abstände; FVM kann entsprechend viel zurückgenommen werden); sobald jedoch die Verkaufspreise stärker erhöht werden als die Faktorpreise steigen (zur Kompensation des von der Scheingewinnversteuerung ausgehenden Liquiditätsentzugs; vgl. die Analyse in Abschnitt 3400), schmälert sich der Liquiditätszuwachs (kleine Abstände; FVM kann nur noch mehr um einen geringeren Betrag zurückgenommen werden). Aus dem Verhältnis von großen und kleinen Abständen läßt sich der Multiplikator schätzen. Wie man sieht, wachsen die Abstände

auch bei größer werdenden Ausschüttungssätzen, da hier bei die Ausschüttung von Scheingewinnen zunimmt (vgl. (3400-5)); diese Wirkung wird allerdings teilweise durch einen sich vermindernden durchschnittlichen Körperschaftsteuersatz kompensiert.

(3) Vergleichen wir die drei Nomogramme, denen unterschiedliche Wachstumsraten zugrundeliegen, so bemerken wir zunächst eine Verschiebung der Kurvenschar nach rechts oben, ein Ergebnis, das nicht anders zu erwarten ist. Höheres Wachstum kann nur über einen stärkeren Zufluß (bzw. verringerten Abfluß) an liquiden Mitteln finanziert werden, so daß FVM steigen und/oder ASN fallen muß. Auffällig ist indes, daß sich mit höheren Wachstumsraten auch die Abstände der Kurven weiter vergrößern. Die Erklärung ist wiederum im Multiplikatoreffekt zu suchen, der durch höhere Wachstumsraten eine Verstärkung erfährt. Dies kommt in der einfachen analytischen Multiplikatoranalyse nicht zum Ausdruck und ist ein ebenso interessantes Ergebnis dieses Simulationsexperimentes wie die Tatsache, daß bereits von geringen Variationen der Produkt-Preissteigerungsraten erhebliche Wirkungen auf die übrigen Variablen ausgehen.

Wie können diese Resultate nun in der Planungswirklichkeit eingesetzt werden? Das kann am besten anhand einiger Beispiele verdeutlicht werden.

Um es vorweg nochmals zu betonen: Die hier vorliegenden Resultate sind realistisch, stimmen also in den Größenordnungen. Es wurden keine Manipulationen vorgenommen, um bestimmte Effekte zu erzielen. Die Steuersätze stimmen ebenso wie die Preissteigerungsraten bei den Produktionsfaktoren. Die aus der Simulation gewonnenen Werte sind daher keine bloßen Zahlenspielereien. Sinn der Fallstudie ist es nicht zuletzt, praktisch relevante Zusammenhänge zu verdeutlichen und darzustellen, um auf diese Weise einen Beitrag zur praktischen Planungsarbeit leisten zu können.

Beispiel 1: Angenommen, unsere Ausgangssituation liegt in Abb. 61.-1 in Punkt 1, d.h. bei ASN = 0,5 (ungefähr), FVM = 1, PSRP = 5,6 % p.a. und

WR = 1.6 % p.a. Aus irgendwelchen Gründen wird eine höhere Gewinnausschüttung (ASN = 0.7) nötig, wobei die Wachstumsrate unverändert bleiben soll. Als erste Alternative zur Kompensation bietet sich die Anhebung von FVM auf 2 an (Punkt 2), als zweite Alternative die Erhöhung von PSRP um 0.4 Prozentpunkte auf 6 % (Punkt 3). Beide Alternativen führen zum selben Ergebnis, beliebige Kombinationen sind möglich. Die konvexe Krümmung der Kurve zeigt, daß ein steigender Ausschüttungssatz ceteris paribus mit immer höheren Zuwächsen an FVM erkauft werden muß, daß das "Austauschverhältnis" (Substitutionsrate, trade-offs) zwischen FVM und ASN größer und größer wird, bis es schließlich für ASN-Werte gegen eins gegen unendlich geht.

Beispiel 2: Wir gehen wieder von Punkt 1 aus und wollen die Wachstumsrate auf 3.2 % verdoppeln. Ein Blick auf Abb. 61.2, Punkt 4 zeigt uns, daß dies c. p. durch eine Anhebung der Preissteigerungsrate von 5.6 auf 6 % bewerkstelligt werden kann. Statt dessen läßt sich auch FVM auf 2,3 steigern (Punkt 5). Wie sich letzteres auf das durchschnittliche Finanzierungsverhältnis auswirkt, hängt von FVD zum Planungszeitpunkt ab und kann an den Zeitreihen des Gesamtoutputs abgelesen werden. Eine Verdreifachung von WR schließlich wird durch eine nochmalige Erhöhung von PSRP um 0.4 Prozentpunkte auf 6.4 % (Punkt 6) erzielt. Wie man leicht sieht, besteht hier ein linearer Zusammenhang zwischen PSRP und WR, was volkswirtschaftlich gesprochen einer starren, preisunelastischen Nachfrage entspricht, bei der von einer Preisänderung keine Nachfrageänderung ausgeht. In der Tat wurde in das Modell keine Preisabsatzfunktion eingebaut und das Ergebnis ist insofern richtig. Von einer expliziten Einfügung einer Preisabsatzfunktion - modelltechnisch nur ein "Handgriff" - wurde abgesehen, weil einmal deren Parameter nur schwer zu schätzen sind, zum anderen die Darstellung überladener und undurchsichtiger wird. Es bleibt damit dem Management überlassen, zu beurteilen, ob eine bestimmte Konstellation realisierbar ist oder nicht.

Beispiel 3: Kehren wir zurück zu Punkt 5. Unter Beibehaltung der Wachstumsrate und des Ausschüttungssatzes vermindert eine erste Preissteigerung von 5.6 % auf 6 % FVM um 1.3, eine zweite Steigerung auf 6.4 % nur noch mehr

um 0.55 (Punkt 7). Der Zusammenhang zwischen PSRP und FVM ist somit nichtlinear, eine Wirkung des schon dargelegten Multiplikators: Die Versteuerung des durch die Preissteigerung bei Produkten entstehenden Scheingewinns erbringt - bei sukzessive steigender PSRP - immer weniger Liquiditätszuwachs, weshalb auch FVM nicht in gleichbleibenden Raten zurückgenommen werden kann.

Jeder Punkt in den Nomogrammen, so läßt sich mit einem Satz sagen, determiniert die Bedingungen gleichgewichtigen Wachstums. Kennt man seinen derzeitigen Ausgangspunkt und werden ganz bestimmte Veränderungen gewünscht, dann geben die Nomogramme Auskunft, bei welchen alternativen Konstellationen der Zielvariablen (Zielkombinationen) sich die Vorstellungen realisieren lassen. Diese Möglichkeit trägt ganz dem Wunsch des Praktikers Rechnung, sich schnell über kompliziertere Zusammenhänge zu orientieren. Die Darstellung ist auch flexibel, d.h. nicht abhängig vom aktuellen Ausgangspunkt, und sie geht nicht von bereits festgelegten Zielprioritäten aus. Dies ist deshalb ein Vorteil, weil die Prioritäten jeden Tag wechseln können und von den verschiedensten Umwelteinflüssen abhängen. Ein starres Prioritätenschema nimmt gewissermaßen Entscheidungen vorweg, statt sie zu fundieren.

Bis jetzt wurde davon ausgegangen, daß sich beliebige Zielkombinationen realisieren lassen. Dies ist in der Realität wohl nie der Fall. Vielmehr werden Beschränkungen von den verschiedenen Seiten wirksam. Die Eigenkapitalgeber haben gewisse Vorstellungen über die untere Grenze des Gewinnausschüttungssatzes, die Fremdkapitalgeber über das maximale Verhältnis der hingegebenen Kredite zu der gleichzeitig vorgenommenen Selbstfinanzierung, die Unternehmensleitung über das anzuvisierende Wachstum. Schließlich sind von seiten der Kunden Grenzen in der Durchsetzbarkeit von Preisen gesetzt. Diese Restriktionen grenzen in den Nomogrammen in gewisser Weise schon einen "Lösungsraum" ein, innerhalb dessen sich die realisierbaren Zielkombinationen befinden.

Eine weitere Stütze bei der Zielplanung kann das Modell dadurch geben, daß

das Kurvensystem unter wechselnden Umweltbedingungen untersucht wird (Sensitivitätsanalyse). Ein aktuelles Beispiel etwa wäre, wie sich die Kurven verlagern, wenn der Körperschaftsteuersatz für einbehaltene Gewinne erhöht wird (Ergebnis: die Kurven biegen sich nach rechts hin stärker auf). Aus der Kurvenänderung können alternative Anpassungsmaßnahmen geplant werden (um wieviel muß ASN gesenkt, FVM oder PSRP erhöht werden, um die Steuererhöhung zu kompensieren?).

Die in den Nomogrammen deutlich gewordenen Zielkonflikte setzen sich in den verschiedenen Interessens- und Machtgruppen in der Unternehmensleitung fort (vgl. hierzu 26, S. 53). Es bedarf keiner besonderen Betonung, daß das Aushandeln und Abstimmen der unterschiedlichen Ziele der verschiedenen Kerngruppen in der Unternehmensleitung auf eine sachliche, von Emotionen oder subjektiven Beurteilungen freiere Basis gestellt wird, wenn die grundsätzlichen Zusammenhänge in quantifizierter Form vorliegen.

612. Zielsequenzen

Bis jetzt war die Zielplanung eine statische Planung, d.h. die Fixierung der Ziele erfolgte ohne zeitlichen Bezug. Die Konstruktion des Zielsystems läßt es überdies zu, "das Zielsystem zu dynamisieren, um gleichsam alternative Zielketten für zeitvariante Bedingungskonstellationen aufzuzeigen" (64, S. 667). Aber nicht nur die Bedingungen, auch die Wunschvorstellungen hinsichtlich der Zielrealisierungen können im Zeitablauf Wandlungen unterworfen sein.

Sowohl den sich ändernden Bedingungen, als auch den sich ändernden Wunschvorstellungen kann durch eine Zielsequenzplanung (zum Begriff vgl. 64, S. 667) entsprochen werden. Die Bedingungskonstellationen setzen in ihrer zeitlichen Abfolge den Rahmen für die realisierbaren Zielkonstellationen und ihren Ausprägungen.

Je nach Situation kann die Zielsequenzplanung eine aktive oder reaktive Planung sein. Im ersten Fall würde die Initiative zur Zielplanung von der Unternehmensleitung ausgehen, im zweiten Fall würde die im Zeitablauf sich ändernde Zielkonstellation eine Adaption an veränderte Umweltbedingungen, etwa Absatzverhältnisse, sein. In jedem Falle bestünde die Zielsequenzplanung - grafisch gesprochen - in einer Abfolge von Punkten in den Nomogrammen.

Die zeitinvariante Formulierung des Zielsystems (610-1) erlaubt diese einfache Lösung des an sich schwierigen Problems, von dem Heinen (24, S. 89) sagt, daß es noch kaum Lösungsversuche gäbe. "Erste Ansätze zur Behandlung dynamischer Fragestellungen der Zielfixierung" sieht er "insbesondere im Rahmen der sogenannten Theorie der Anspruchsanpassung" (24, S. 89). Die Einbeziehung der Anspruchsanpassungstheorie in ein Simulationsmodell bietet an sich keine Schwierigkeiten; ob dadurch das Modell jedoch mehr als nur illustrativen Wert erhält, scheint nach Auffassung des Verfassers fraglich. Der Grund liegt wieder in der mangelnden Operationalität der damit zusammenhängenden Größen.

Mit der Fixierung der Zielkonstellationen - ob statisch oder dynamisch - sind die Möglichkeiten des Simulationsmodells noch keineswegs erschöpft. Die Eingabe dieser Zielkonstellationen in das Modell und das neuerliche Durchrechnen liefert die absolute Zielerreichung für jedes Ziel zu jedem Zeitpunkt der Planungsperiode, also die Gewinnausschüttungen, die durchschnittlichen Eigenkapital-/Fremdkapitalrelationen, die Kapazitäten und die Preisniveaus der Produkte über die Zeit hinweg. Damit ist die Zielplanung zu einem Abschluß gekommen.

Es mag vielleicht verwundern, daß nicht der Versuch gemacht wurde, eine "optimale" Zielkombination zu finden. Formal könnte dies dadurch geschehen, daß die einzelnen Ziele gewichtet werden und die Summe der gewichteten Ziele (wie beim Zielprogrammieren) maximiert wird. Die Gewichtung der Ziele stellt indes das praktisch unlösbare Problem dar; könnte man

es lösen, wäre dem Management die Entscheidung abgenommen.[1] Die Unternehmensforschung aber liefert Informationen, nicht Entscheidungen (vgl. 20, S. 13). Reale Entscheidungsprobleme - insbesondere Zielsetzungsprobleme - sind von einer Vielzahl von Imponderabilien überlagert, die nicht alle ins Kalkül eingehen können. Der Nutzen der Modelle zur Entscheidungsvorbereitung besteht darin, die quantifizierbaren Bestandteile eines Entscheidungsproblems darzustellen, um auf diese Weise die "intangible consequences into sharper relief" zu bringen (20, S. 21).

Wenn dies mit der Darstellung der Zielinterdependenz gelingt, hat das Modell seinen Zweck erfüllt. Freilich darf an die Genauigkeit der Ergebnisse kein zu strenger Maßstab angelegt werden, denn sie sind keine "exakten" Ergebnisse im naturwissenschaftlichen Sinn. Statt dessen gelten sie nur innerhalb gewisser Bandbreiten, wie es für Schätzungen und Prognosen typisch ist.

62. Planung der Strategien

Die Planung der Strategien folgt der Planung der Ziele, beide machen die strategische Planung aus (vgl. 1, S. 5). "Strategic planning is long-range planning" (1, S. 4), im Gegensatz zur kurzfristigen taktischen Planung. Sie ist also dadurch gekennzeichnet, daß sie sich auf einen längeren Zeitraum erstreckt, wobei die dabei gemachten Entscheidungen regelmäßig schwer rückgängig zu machen sind (vgl. 1, S. 4).

Im folgenden wird eine Auswahl von Modellexperimenten beschrieben, die einerseits zeigen sollen, wie praktische Problemstellungen angegangen werden können, die andererseits aber auch demonstrieren sollen, auf welche Weise das Modell gehandhabt werden kann. Dabei muß zwangsläufig eine Beschränkung auf einige typische Beispiele erfolgen, die aber stellvertretend für eine ganze Klasse ähnlicher Experimente stehen. Die Grundexperimente sind überdies noch dadurch erweiterungsfähig, daß sie beliebig (d.h. je nach

---

1 Zum Problem der Zielgewichtung siehe H. Strebel (63) und die dort angegebene Literatur.

Fragestellung) kombiniert werden können. Die Strategien werden danach unterschieden, ob sie bedingt oder unbedingt sind, d.h. ob gewisse Festlegungen von Anfang an wirksam sind oder erst durch das Eintreten von gewissen Bedingungen ausgelöst werden. Eine weitere Form der Strategie besteht darin, daß gezielt von außen zu einem bestimmten Zeitpunkt in den simulierten Zeitablauf eingegriffen wird; sie wird als "exogener Modelleingriff" bezeichnet.

620. Unbedingte Strategien

Unbedingte Strategien sind solche Festlegungen von Entscheidungsvariablen oder Verhaltensweisen (Strukturen), die über die ganze simulierte Planungsperiode hinweg konstant bleiben. Die Auswirkungen dieser, wie auch aller übrigen Experimente auf die ganze Unternehmung kann am besten aus den Planbilanzen und deren Einzelpositionen sowie den sonstigen Kennzahlen abgelesen werden. Ein Beispiel dafür findet sich auf den Seiten 211 bis 215 Hier genügt es, die jeweils charakteristischen Ergebnisse darzustellen.

6200. Finanzpolitik

Der Zusammenhang zwischen dem marginalen Finanzierungsverhältnis und dem auf den Nettogewinn bezogenen Ausschüttungssatz wurde bereits in den Nomogrammen des Abschnitts 611 dargestellt. Eine spezielle Fragestellung kann nun sein, inwieweit c.p. die Umsatzentwicklung von der Selbstfinanzierung abhängt, vorausgesetzt, die Absatzmöglichkeit ist unbeschränkt. Der Engpaß der Umsatzentwicklung liege somit auf finanziellem Gebiet, und eine Maßnahme zu seiner Behebung sei die Selbstfinanzierung.

Die funktionelle Beziehung zwischen Umsatzentwicklung in den 10 simulierten Jahresperioden und dem Ausschüttungssatz ASN zeigt Abb. 62.1. Die Entscheidung über die für die ganze Planungsperiode gültige Gewinnausschüttung in Form des Ausschüttungssatzes erfolgt im Planungszeitpunkt. Wie die Darstellung zeigt, vergeht fast ein Jahr, bis diese Entscheidung "greift", obwohl

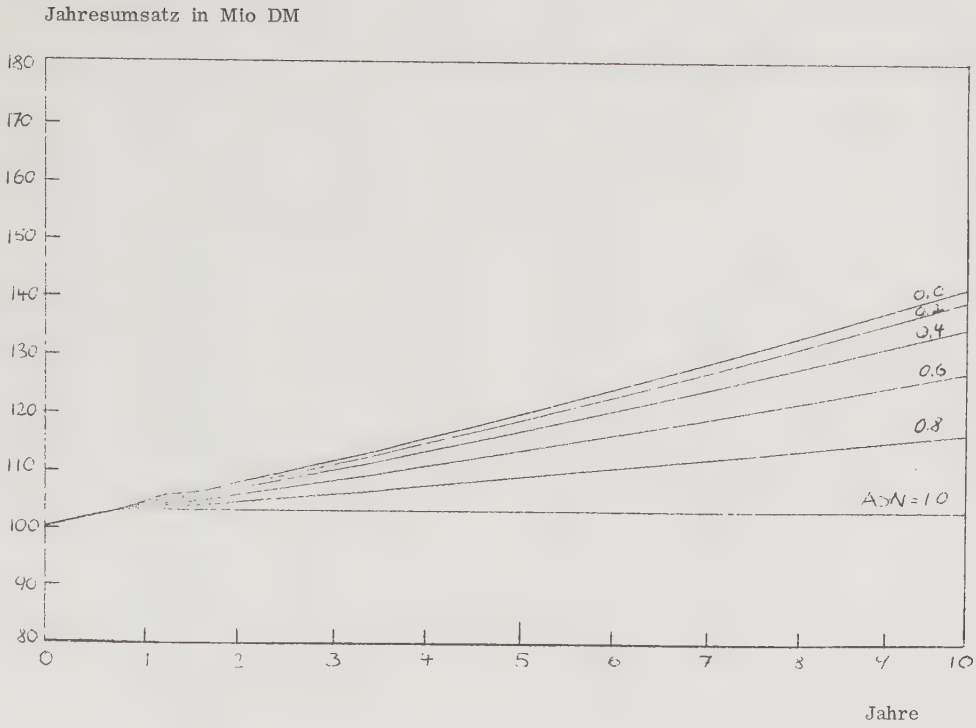


Abb. 62.1:

Entwicklung des Umsatzes über eine Zehnjahresperiode in Abhängigkeit vom Gewinnausschüttungssatz (ASN)

eine gleichmäßige, also quartalsmäßige Gewinnausschüttung unterstellt wurde. Erst danach beginnen sich die Umsatzkurven auseinander zu fächern.

Der Grund für diesen "Wirkungs-lag" ist hauptsächlich in der Durchlaufzeit der Produkte durch die Produktion zu finden. Die Finanzierung wirkt über die Kapazität auf die Zahl der Anfangsprodukte, die erst nach ihrem Durchlauf umsatzwirksam werden. Bis dahin setzt sich das bis zum Planungszeitpunkt vorhandene Umsatzwachstum fort. An der Darstellung ist gleichzeitig zu erkennen, daß dieses anfängliche Wachstum völlig ohne Anlaufphase erfolgt, gleichsam als Fortsetzung des Wachstums in der Vergangenheit. Dieser "fliegende", übergangslose Start wurde durch Startbedingungen ermöglicht, die praktisch von Anfang an "stimmen" und keiner Einschwingzeit bedürfen.

Je nach der mit dem gewählten Gewinnausschüttungssatz verbundenen Selbstfinanzierung entwickelt sich die Umsatzkurve verschieden schnell. Bei einem Ausschüttungssatz von "1" (unterste Kurve) stagniert das Wachstum - gemessen am Umsatz - völlig. Dabei muß auch berücksichtigt werden, daß die Fremdkapitalaufnahme (netto) an die Selbstfinanzierung gekoppelt ist und also ebenfalls null ist. Um die Wirkungen von steigenden Preisen auszuschalten, liegen diesem Experiment konstante Preise zugrunde. - Schon eine geringe Senkung von ASN auf 0.8 bewirkt einen kräftigen Umsatzanstieg, der durch weitere Senkungen noch stärker wird. Allerdings - und das ist deutlich zu sehen - werden die Umsatzzuwächse immer geringer, die letzte Reduzierung auf null erzielt nur noch einen geringen zusätzlichen Wachstumsimpuls.

Der Grund für das nicht-lineare Verhältnis von Umsatzzuwachs und Ausschüttungssatz liegt in der mit fallendem Ausschüttungssatz steigenden Körperschaftsteuer, die immer mehr vom Gewinn aufzehrt. Anders ausgedrückt: Wachstumsfinanzierung durch Selbstfinanzierung "lohnt" um so weniger, je geringer der Ausschüttungssatz ist.

Das Experiment wurde bei einem marginalen Finanzierungsverhältnis von eins durchgeführt, so daß der Mittelzufluß immer genauso hoch ist wie die Gewinn-

einbehaltung. Eine Erhöhung von FVM ändert am Kurvenbild grundsätzlich nichts, außer, daß sich die Kurven noch stärker auffächern. Dabei besteht offenbar eine Proportionalität zwischen FVM und Wachstum (vgl. Abschnitt 611).

Die Umsatzkurven sind Exponentialfunktionen, weil bei gleichgewichtigem Wachstum (wie es hier vorliegt), die Änderungsrate (also die Wachstumsrate) konstant ist. Dies ist natürlich ein Idealbild einer Umsatzentwicklung, das durch viele weitere Einwirkungen gestört werden kann, so etwa durch unregelmäßige Ausschüttungssätze, Beschränkungen, die irgendwann während der Simulationszeit wirksam werden, usw. Das Kurvenbild kann damit, ohne daß es dazu der Einführung stochastischer Elemente bedürfte, eine recht unregelmäßige Gestalt annehmen, in der die Exponentialfunktion nicht mehr erkennbar ist.

Ein zweites Beispiel aus der Finanzpolitik betrifft den Leverage-Effekt, der darin besteht, daß sich die Eigenkapitalrentabilität erhöhen läßt, indem Eigenkapital durch Fremdkapital substituiert wird bzw. relativ zum Gesamtkapital abnimmt, vorausgesetzt, die Gesamtkapitalrentabilität liegt über dem Fremdkapitalzins. Die erste Variante, Substitution von Eigenkapital durch Fremdkapital, soll im folgenden untersucht werden. Die zweite Variante, bei der im Zeitablauf das durchschnittliche Finanzierungsverhältnis sinkt, wird nicht gesondert analysiert, da sie sich in all den Fällen automatisch einstellt, in denen FVM größer als FVD ist.

Kapitalstruktur	FVD	1.00	0.66	0.43
Wachstumsrate	WR	2.50	2.51	2.52
Umsatzrendite brutto	URB	10.2	9.6	9.2
Umsatzrendite netto	URN	3.6	3.6	3.6
Eigenkapitalrendite brutto	ERB	28.8	31.6	35.5
Eigenkapitalrendite netto	ERN	10.5	11.8	13.8

Tab. 62.1: Auswirkungen von Kapitalstrukturänderungen (Verhältnis von Fremdkapital zu Eigenkapital, ausgedrückt durch FVD) auf die Größen WR, URB, URN, ERB und ERN; alle in % p.a.

Ein Blick auf Tab. 62.1, in der das Eigenkapital/Fremdkapitalverhältnis (die Kapitalstruktur, das durchschnittliche Finanzierungsverhältnis FVD) von 1.00 über 0.66 auf 0.43 gesenkt wird, läßt zunächst nur eine sehr minimale wachstumsfördernde Wirkung erkennen. Die Brutto-Umsatzrendite (URB) verringert sich, während die Netto-Umsatzrendite (UNR) konstant bleibt. Im Gegensatz dazu erhöhen sich sowohl die Eigenkapitalrendite brutto (ERB) wie auch die Eigenkapitalrendite netto (ERN).

Das Fallen von URB ist auf die steigenden Fremdkapitalzinsen zurückzuführen, die c.p. den Aufwand erhöhen. Daß diese Tatsache nicht auch in URN zum Ausdruck kommt, ist auf die gleichzeitige Kompensation durch die degressiv verlaufende Vermögensteuer zu erklären. Der degressive Verlauf ergibt sich daraus, daß dieses Experiment mit steigenden Preisen durchgeführt wurde, und bei steigenden Preisen wachsen Stromgrößen im Verhältnis schneller als Bestandsgrößen. Ströme, wie die Vermögensteuer, die an Bestandsgrößen gebunden ist, entwickeln sich daher langsamer als die inflatorisch aufgeblähten Ströme wie z.B. der Umsatz. Diesem Effekt werden wir weiter unten nochmal begegnen.

Auf die Erscheinung, daß bei steigenden Preisen die Stromgrößen sich ungleich schneller entwickeln als Bestandsgrößen, sind auch die relativ hohen Werte von ERB und ERN zurückzuführen. Sie sind überdies Mittelwerte aus der Mitte der Planungsperiode, da die Werte nicht konstant bleiben, sondern einen steigenden Trend aufweisen. Aufgrund der schon erwähnten degressiv verlaufenden Vermögensteuer steigt ERN schneller an als ERB, was aus dem statischen Vergleich in Tab. 62.1 nicht zu entnehmen ist.

Dieses Experiment ist ein Beispiel für die Art von Versuchen, die sich in der Realität - etwa wegen rechtlicher Vorschriften - gar nicht durchführen ließe, selbst wenn alle übrigen Voraussetzungen gegeben wären. Andere Experimente wären zu kostspielig oder auch gefährlich, man denke nur an preispolitische Experimente, wie sie im nächsten Abschnitt angestellt werden. Zu

alledem kommt noch die Schwierigkeit, wenn nicht gar Unmöglichkeit, die Experimente zu kontrollieren. Im Simulationsmodell erst kann die Ceteris-Paribus-Klausel strikt eingehalten werden, können einzelne Faktoren isoliert variiert werden, so daß die Ergebnisse allein auf die geänderten Faktoren zurückführbar sind.

6201. Preis- und Preisanpassungspolitik

Das Gebiet der Preispolitik bekommt erst seinen aktuellen Akzent durch die steigenden Preise, und hier ergeben sich auch die interessantesten Ergebnisse, insbesondere im Zusammenwirken mit anderen Maßnahmen.

Bevor im Modell die Preissteigerung berücksichtigt wird, muß aus Gründen der Vergleichbarkeit die Situation im Fall konstanter Preise dargestellt werden. Wie schon im Abschnitt über die Zielplanung angeführt, ist das gleichgewichtige Wachstum dadurch gekennzeichnet, daß die vier Größen: FVM, ASN, PSRP und WR - von denen wahlweise eine immer abhängige, endogene Variable und die übrigen exogene Variable sind - im Zeitablauf konstant bleiben. Dies gilt selbstverständlich auch im Fall konstanter Preise, der ja nur ein Sonderfall der Preissteigerung ist. Darüber hinaus - und das wurde eben im vorhergehenden Abschnitt gestreift - sind nun auch die Kennzahlen Umsatzrendite und Eigenkapitalrendite im Zeitablauf konstant.

Üblicherweise, so auch im vorliegenden Fall, werden die Verkaufspreise durch Zuschlagskalkulation ermittelt, wobei der Gewinn in Form eines Gewinnzuschlags berücksichtigt wird. Diese Form der Preisstellung wird im Modell nicht nachvollzogen, da sie teils zu kompliziert, teils zu inflexibel und unhandlich ist. Durch einen einfachen Kniff kommt man indes zum gleichen Ergebnis: Das Verhalten der Unternehmensleitung, Gewinne als Zuschläge auf die Kosten zu kalkulieren, ist identisch mit der Einhaltung einer konstanten Umsatzrendite - wie man sich leicht überlegen kann. Ein bestimmter Gewinnzuschlag entspricht somit einer bestimmten Umsatzrendite, und umgekehrt.

Wird eine bestimmte Umsatzrendite angestrebt (stellvertretend für den Gewinnzuschlag), so muß nur der dazugehörige Preis gefunden werden, der just diese Umsatzrendite erbringt. (Hier haben wir ein Beispiel für eine funktionelle Analogie, vgl. Abschnitt 21).

Besonders interessant und leistungsfähig wird die Funktions-Analogie im Fall steigender Preise. Eine "Kalkulation" des Angebotspreises nach einem eingebauten Kalkulationsschema würde nicht nur sehr aufwendig sein, sie erforderte auch eine ständige Nachkalkulation, d.h. Kontrolle der Zuschlagssätze. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß ein Regelkreis im Modell diese Aufgabe übernehmen müßte. Stellt man nur auf die Konstanthaltung der Umsatzrendite ab, erfolgt zwar im analogen Sinne ebenfalls eine "Nachkalkulation", nur ist sie hier viel einfacher und auf eine Änderung (genau: Regelung) des Verkaufspreises beschränkt. Einen Punkt gilt es noch besonders - im Vergleich zum Fall konstanter Preise - zu beachten: Bei steigenden Preisen kommt eine Verhaltensweise, die sich in einer konstant bleibenden Umsatzrendite (brutto) ausdrückt, einer Preiskalkulation gleich, die auf historischen Anschaffungswerten bzw. Durchschnittswerten beruht - also keine sogenannte "Tageswertkalkulation"! Diese Verhaltensweise, bei der die Ertrags- (Erlös-) seite der Aufwandsseite so angepaßt werden, daß die Umsatzrendite (und damit implizit der Gewinnzuschlag) konstant bleiben, soll im folgenden "erfolgsneutrale Preispolitik" genannt werden.

Die Konstanthaltung der Umsatzrendite übernimmt im Modell ein Regelkreis. Seine Elemente sind: Regelstrecke - Erfolgskomponenten; Stellgröße - Umsatzrendite-Ist; Führungsgröße - Umsatzrendite-Soll; Stellgröße - Preisänderung. Der Regler sieht wie folgt aus:

$$(6201\text{-}1) \qquad PP_t - PP_{t-1} = UF1 \cdot (URB^{soll}_{t-1} - URB^{ist}_{t-1})$$

UF1 - Übertragungsfaktor (Proportionalitätskonstante)

Wie man sieht, dient der Regler dazu, auftretende Abweichungen zwischen

den Soll- und Istwerten der Umsatzrendite mit Hilfe einer Preisänderung auszuregeln, die proportional der Abweichung ist (daher wird diese Art von Regler auch als Proportionalregler bezeichnet, siehe z.B. 32, S. 495). Die Proportionalkonstante (Übertragungsfaktor genannt) muß hier durch Probieren gefunden werden; ist sie zu klein, wirkt der Regelkreis nicht kompensierend, ist sie zu groß, explodiert das System. Nur innerhalb eines gewissen Stabilitätsbereichs arbeitet der Regelkreis kompensierend.

Dieser Regelkreis, der kybernetisch die Verhaltensweise von Organisationsteilnehmern funktionell nachbildet, sei als "Preisregelkreis I" bezeichnet. Hier wird nun die Zielsubstitution deutlich, von der in Abschnitt 610 die Rede war. Die Preissteigerungsrate ist keine Zielvariable mehr (wie im Zielsystem (610-1)), sondern als Stellgröße eine endogene, abhängige Variable. An ihre Stelle ist als Zielvariable die Soll-Umsatzrendite getreten, welche zur Führungsgröße des Regelkreises wird. Daraus wird auch ersichtlich, daß nicht beliebig viele Zielvariablen fixiert werden können, sondern nur eine bestimmte Anzahl, wobei andere Zielvariablen substituiert und zu endogenen Variablen "degradiert" werden.

Ein Vergleich der "erfolgsneutralen" Preispolitik im Falle konstanter (Spalte 1) und steigender Preise (Spalte 2) der Tabelle 62.2 zeigt als auffälligstes Ergebnis, daß die reale Wachstumsrate (WR) bei dieser Preispolitik sich in einer Situation steigender (Faktor-) Preise verringert, hier von 2.7 % auf 2.12 % p.a. Die Preissteigerungsraten der Faktoren betragen hierbei: Material 4 %, Investitionsgüter 6 % und Löhne 8 % p.a. (In einer Sensitivitätsanalyse kann im Anschluß hieran untersucht werden, wie sich etwa die Wachstumsrate ändert, falls z.B. die Lohnsteigerungen verändert werden).

Wie erklärt sich die wachstumshemmende Wirkung dieser Preispolitik? Ein Kalkulator würde in dieser Situation steigender Preise keine besonderen Wahrnehmungen machen, da sein "Kriterium", die Umsatzrendite (implizite also der Gewinnzuschlag) konstant bleibt. Die vorliegende Situation entspricht dem Fall (1) der Abb. 34.1, bei der die Inputs zu Anschaffungs- bzw. Durch-

schnittswerten angesetzt werden und die Preiskalkulation sich auf diese Bewertung stützt. Diese Konstellation ist erfolgsneutral, jedoch nicht liquiditätsneutral; denn steigende Faktorpreise haben primär eine liquiditätsentziehende Wirkung dadurch, daß die Ausgaben schneller steigen als die Einnahmen, welche hier an den Aufwendungen orientiert sind. Die Aufwendungen (besonders die Abschreibungen) hinken aber bekanntlich den Ausgaben nach aufgrund der zeitlichen Verwerfung, währenddessen die Preise weiter steigen.

	konst. Preise	Preispolitik		Finanzierungspolitik	
		erfolgs-neutral	liquid.-neutral	Selbstfin.-politik	Fremdmittelpolitik
	1	2	3	4	5
WR	2.70	2.12	2.70	2.70	2.70
PSRP	0.0	5.8	6.0	5.8	5.8
ASN	0.50	0.50	0.50	0.40	0.50
FVM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20
URB	9.40	9.40	10.40	9.40	9.40
URN	2.50	3.15	3.61	3.04	3.20
ERB	18.7	27.3	28.9	26.8	26.9
ERN	4.9	9.4	10.7	8.6	9.3

Tab. 62.2: Vergleich der Preispolitiken und der übrigen Kompensationsmaßnahmen in bezug auf einige Zielvariable bzw. Kennzahlen; alle Angaben, außer bei ASN und FVM, in % p.a.

Die liquiditätsentziehende Wirkung steigender Preise, verschärft noch im Wachstumsprozeß, ist zugleich wachstumshemmende Wirkung, wenn die marginale Fremdmittelaufnahme unverändert bleibt. Anders formuliert: Bei gegebener Kapitaldeckung steigt der Kapitalbedarf bei steigenden Preisen, so daß mit den gegebenen Mitteln weniger Wachstum finanziert werden kann.

Es stellt sich nun die Frage, wie die Preisstellung aussehen muß, damit von ihr kein wachstumsmindernder Effekt ausgeht, d.h. daß sie liquiditätsneutral ist. Die sogenannte Tageswertkalkulation, bei der die verbrauchten Faktormengen zu Tageswerten angesetzt werden, ist, wie schon in Abschnitt 3400 nachgewiesen, hierzu nicht in der Lage bzw. nicht ausreichend. Der Grund liegt im Entstehen von Scheingewinnen, deren Versteuerung oder gar Ausschüttung. Eine reine Kompensation über eine entsprechende Verkaufspreissteigerung führt zu dem im gleichen Abschnitt dargestellten Multiplikatoreffekt, wonach die Verkaufspreissteigerung ein Vielfaches der Faktorpreissteigerung ausmachen muß, damit die Liquidität unverändert bleibt. Liquiditätsneutrale Preispolitik bedeutet immer zugleich wachstumsneutrale Preispolitik.

Um bei steigenden Preisen die Wachstumsrate auf der Höhe zu stabilisieren, die sie auch im Fall konstanter Preise aufweisen würde, muß ein anderer Regelkreis, der "Preisregelkreis II", eingeführt werden. Er besteht aus folgenden Elementen: Regelstrecke - Gesamtmodell; Stellgröße - Wachstumsrate-Ist; Führungsgröße - Wachstumsrate-Soll; Stellgröße - Preisänderung. Der Regler ist ganz analog zum Regler (6201-1) aufgebaut:

$$(6201\text{-}2) \qquad PP_t - PP_{t-1} = UF2 \cdot (WR_{t-1}^{soll} - WR_{t-1}^{ist})$$

UF2 - Übertragungsfaktor

Dieser, wie auch der andere Regler fixieren den Verkaufspreis zu Beginn jeder Periode auf folgende Weise:

$$PP_t = PP_{t-1} + UF2 \cdot (WR_{t-1}^{soll} - WR_{t-1}^{ist})$$

Durch die Festlegung von WR, FVM und ASN ist damit auch PSRP determiniert (siehe Gleichungssystem (610-1)). Das Ergebnis dieser Preispolitik ist in Spalte 3, Tabelle 62.2 abzulesen: Die jährliche Preissteigerungsrate des Verkaufsprodukts muß nunmehr statt 5.8 6 % betragen. Diese Erhöhung mag gering erscheinen, man muß aber bedenken, daß sie über dem Durchschnitt der Faktorpreissteigerung liegt. Hier tritt der theoretisch dargestellte

Multiplikatoreffekt in seiner wirklichen Größenordnung hervor, ein Ergebnis, das wegen der gleichzeitigen Wirkung vieler Einflußfaktoren analytisch kaum ableitbar ist. Wie die Nomogramme 61.1-3 erkennen lassen, gehen selbst von geringen Preissteigerungsänderungen bereits erhebliche Wirkungen auf die übrigen Zielvariablen aus.

In vielen Fällen dürfte es nicht möglich sein, die zur Aufrechterhaltung des Wachstums "benötigte" Preissteigerung auf dem Markt durchzusetzen. Besonders in Branchen mit starken Konkurrenzverhältnissen gelingt es selten, Preise, die über die "Kostenpreise" hinausgehen, zu rechtfertigen. Sofern es nicht gelingt, den Liquiditätsentzug anderweitig wett zu machen, muß ein Wachstumsverlust in Kauf genommen werden.

Als alternative Anpassungsmaßnahmen kommen insbesondere die Ausschüttungs- (Selbstfinanzierungs-) politik und die Fremdmittelpolitik in Frage. Wie der Tabelle 62.2 zu entnehmen ist, kann die Wachstumsminderung bei erfolgsneutraler Preispolitik ausgeglichen werden durch eine Senkung des Ausschüttungssatzes von 0.5 auf 0.4 (Spalte 4) oder durch eine Erhöhung des marginalen Finanzierungsverhältnisses FVM auf 1.20 (Spalte 5). In der Praxis werden diese Arten der Anpassung nie in reiner Form vorkommen, schon allein deshalb nicht, weil nicht genügend bekannt ist, welche Dosis hiervon nötig ist.

Nur am Rande sei bemerkt, daß es auch bei diesen Anpassungsmaßnahmen Beschränkungen geben kann, so etwa bei der Fremdkapitalaufnahme. Beschränkte Kompensationsmöglichkeiten aber führen zu einer nachhaltigen Einschränkung des Wachstums. Diese Gefahr ist um so größer, je länger die Kompensationen andauern: Solange FVM über FVD liegt steigt der Verschuldungsgrad, ein Vorgang, der nach einiger Zeit eine weitere Fremdkapitalaufnahme unmöglich machen dürfte. Verringerte Ausschüttungssätze wiederum erschweren - so bei Aktiengesellschaften - Kapitalerhöhungen. Eine Kompensation über die Preise ist wegen des damit verbundenen inflationären Auftriebs volkswirtschaftlich unerwünscht und kann staatliche Gegenmaßnahmen auslösen (Lohn- und Preisstop).

Eine wirtschaftspolitisch bedeutsame Frage wird so die steuerrechtliche Bewertungsvorschrift, wonach die Anlagegüter nicht über den Anschaffungswert hinaus abgeschrieben werden dürfen und die Bewertung der Verbrauchsgüter nur zu Durchschnittswerten zu erfolgen hat (vgl. 70, S. 349). Wie schon aus der einfachen analytischen Darstellung (3400-6) hervorgeht, vermeidet eine Bewertung des Inputs zu Tagespreisen das Entstehen von Scheingewinnen und der daraus resultierenden Folgen.

Übertragen auf das vorliegende Experiment würde eine Bewertung des Inputs zu Tageswerten eine Unterscheidung zwischen erfolgs- und liquiditätsneutraler Preispolitik überflüssig machen, da in diesem Fall beide Arten zusammenfallen; die Wachstumsrate würde 2.70 und die Umsatzrendite 9.40 betragen, wie im Fall konstanter Preise. Nur die Preissteigerungsrate für Produkte wäre positiv und entspräche dem gewogenen Durchschnitt der Faktorpreissteigerungen.

Einige Anmerkungen sind noch zu den Kennzahlen URB, URN, ERB und ERN in Tabelle 62.2 nötig. URB ist nur ein einziges Mal (Spalte 2) exogene Variable, in den übrigen Fällen wird sie endogen bestimmt. Dabei nimmt sie nur bei der liquiditätsneutralen Preispolitik einen höheren Wert an, bedingt durch die im Vergleich zur erfolgsneutralen Preispolitik c.p. höhere Preissteigerung. URN zeigt hingegen in einer Situation steigender Preise stets einen größeren Wert, der (wie schon erwähnt) auf die degressiv verlaufende Vermögensteuer zurückzuführen ist, die bestandsorientiert ist, während Stromgrößen wie Umsatz durch die Preissteigerungen viel schneller wachsen. Letzteres sieht man noch ausgeprägter bei den Eigenkapitalrenditen ERB und ERN. Die absoluten Gewinne entwickeln sich, ebenso wie die Umsätze, rascher als der Bestand an Eigenkapital, weshalb zwar URB konstant bleibt, ERB aber im Fall steigender Preise zunimmt (Spalten 1 und 2). Noch krasser als bei URN tritt bei ERN der degressive Effekt der Vermögensteuer in Erscheinung, welcher diese Variable im Vergleich zu ERB schnell wachsen läßt. (Die abgebildeten Werte von URN, ERB und ERN sind wieder Mittelwerte, da sie einen steigenden Trend aufweisen).

Bei der Beurteilung dieser "aufgeblähten" Eigenkapitalrenditen muß berücksich-

tigt werden, daß darin Äquivalente für die Preissteigerung enthalten sind (die Nominalrendite sich also aus Realrendite und Preissteigerungsrate zusammensetzt). Sie ist keinesfalls als "Geschenk" einerSituation steigender Preise zu betrachten.

Ebenso, wie (bei der erfolgsneutralen Preispolitik) die Kennzahl URB in eine Zielvariable URB verwandelt wurde, können auch die übrigen Kennzahlen URN, ERB und ERN als Zielvariable definiert werden. Das setzt aber wieder eine Zielsubstitution voraus, d.h. irgendeine andere Zielvariable (PSRP, ASN, FVM oder WR) muß zu einer abhängigen, endogenen Variablen in Form einer Stellgröße eines Regelkreises werden.

Beispielsweise kann als Ziel eine bestimmte Eigenkapitalrentabilität angestrebt werden. Ein Regelkreis, dessen Stellgröße FVM oder PSRP ist, hält ERB auf dem gewünschten Niveau; wie leicht zu überlegen ist, kann auf den Regelkreis nicht verzichtet werden, da ERB keine autonome, unabhängige Entscheidungsvariable ist. Das Ergebnis einer Fixierung der Eigenkapitalrendite ist unschwer vorauszusehen: Wenn bei Konstanz der Zielvariablen WR, PSRP, ASN und FVM die Kennzahl ERB einen steigenden Trend aufweist, muß eine Konstanz der Zielvariablen ERB dazu führen, daß eine andere der genannten Variablen nun einen im Zeitablauf fallenden Trend zeigt.

An diesem Beispiel ist deutlich geworden, daß bestimmte Zielkonflikte erst bei steigenden Preisen auftreten, da hierdurch degressive und progressive Wirkungen zusammentreffen. Eine Zielfixierung aufs Geratewohl ist unmöglich, vielmehr müssen die inneren Zusammenhänge zwischen den Zielen (und auch den Strategien, die damit unlösbar verbunden sind) bekannt sein. Auf viele dieser Unverträglichkeiten und Abhängigkeiten wird man erst durch das Studium des Modells aufmerksam, das auf diese Weise hilft, Interdependenzen durchsichtiger zu machen.

Eine abschließende Anmerkung zu den Regelkreisen erscheint noch angebracht. Wie im Abschnitt über die Liquidität angeführt (3166), ist stets

einer der beiden Liquiditätsregelkreise "eingeschaltet", um die Liquidität aufrechtzuerhalten. Wird nun ein zweiter Regelkreis (etwa (6201-1) oder (6201-2)) in das Modell eingefügt, entstehen sogenannte "vermaschte Regelkreise" (vgl. z.B. 32, S. 522), die in recht komplizierte Wechselwirkungen treten können. Im Simulationsmodell kann das Zusammenwirken dieser und noch größerer Regelkreissysteme studiert werden.

6202. Bewertungspolitik

Wie schon mehrfach erwähnt, akzeptiert die Steuerrechtssprechung grundsätzlich nur die Methode der Durchschnittsbewertung (siehe 70, S. 349 und S. 363), nicht hingegen die bei steigenden Preisen vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt betrachtet richtigere LIFO-Methode (siehe 70, S. 355 und S. 366). Anhand des Modells soll nun die Frage untersucht werden, welche Auswirkungen von den unterschiedlichen Bewertungsverfahren ausgehen (vgl. dazu die Ausführungen in Abschnitt 3401).

	Tages-bewertung	Durchschnitts-bewertung
Wachstumsrate WR in % p.a.	2.80	2.50
Eigenkapitalrendite netto ERN in % p.a.	4.9	4.8
Jahresgewinn (in TDM)	3525	3400
Rohstoff-Bestand (in TDM) Ende 10. Jahr	8663	11857
Ende 0. Jahr	7000	7000
Rohstoffaufwand je Produkteinheit in TDM (ROAUFWD/v_{40})	117	116

Tab. 62.3: Vergleich der Tagesbewertung und der Durchschnittsbewertung anhand einiger Kenngrößen

Beim Vergleich stehen sich die Tagesbewertung (hier identisch mit dem LIFO-Verfahren) und die Durchschnittsbewertung gegenüber. Die Variablen FVM,

ASN, URB und PSRP wurden fixiert bzw. stabilisiert, um die Vergleichbarkeit der Resultate zu gewährleisten.

Aus Tabelle 62.3 ist zunächst zu ersehen, daß beim Übergang von der Tagesbewertung auf die Durchschnittsbewertung die (endogene) Wachstumsrate von 2.8 auf 2.5 fällt. Diese eindeutig wachstumshemmende Wirkung der Durchschnittsbewertung ist auf die Versteuerung der Scheingewinne zurückzuführen, die eine liquiditätsentziehende Wirkung mit sich bringt.

Mit dem höheren Wachstum bei der Tagesbewertung ist auch ein höherer Jahresgewinn verbunden, der sich auch (in geringem Maße) in der Eigenkapitalrentabilität (ERN) niederschlägt. Am spürbarsten sind die Bewertungs-Wirkungen beim Bestand an Rohstoffen, der im Fall der Tagesbewertung wesentlich langsamer wächst als bei der Durchschnittsbewertung. Dies erklärt sich aus der höheren Bewertung des Lagerabgangs, d.h. des Materialverbrauchs. Wie hoch dieser je angefangener Produkteinheit ist, geht aus der letzten Zeile der Tabelle hervor.

In gleicher Weise wie bei den Rohstoffen lassen sich die beiden Bewertungsverfahren auch bei Halb- und Fertigfabrikaten testen (vgl. Abschn. 312). Die Unterschiede sind hier jedoch minimal, da eine LIFO-Bewertung nur zu einer vorübergehenden Ertragsverschiebung führt, d.h. zur Bildung stiller Reserven, die sich automatisch wieder auflösen.

Die Bewertungspolitiken sind aufgrund der steuerlichen Vorschriften keine alternativen, zur Verfügung stehenden Verfahren. Die Kenntnis der hiervon ausgehenden Wirkungen kann trotzdem für die Unternehmensleitung von gleicher Bedeutung sein wie das Wissen um die Wirkungen realisierbarer Strategien.

6203. Rationalisierungspolitik

Unter Rationalisierung sei im folgenden die Steigerung der Arbeitsproduktivität verstanden, die bekanntlich als Quotient aus dem mengenmäßigen Produktions-

ergebnis und der hierfür aufgewandten Arbeitszeit definiert ist. Der Begriff "Arbeitsproduktivität" wird häufig mißverstanden im Sinne einer kausalen Beziehung zwischen Produktions-Output und Arbeits-Input. In Wirklichkeit ist die Produktivitätssteigerung auch immer ein Ergebnis der technischen Faktoren, etwa von Rationalisierungsinvestitionen (vgl. hierzu 18, S. 386).

Bis jetzt wurde stets eine konstante Arbeitsproduktivität angenommen, d.h. die Arbeitszeit je (fiktiver) Einheit (APS) blieb unverändert. Tatsächlich ist diese Annahme unrealistisch, und es soll untersucht werden, welche Wirkungen von einer Steigerung der Arbeitsproduktivität ausgehen. Die Steigerung der Arbeitsproduktivität erfolge dabei nach (3130-10), und sie betrage 1 % p.a. Die Annahme der Arbeitsproduktivitätssteigerung impliziert, daß von einem gewissen jährlichen Investitionsvolumen (Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen) ein Teil auf Rationalisierungsinvestitionen entfällt bzw. daß mit den Ersatzinvestitionen auch gleichzeitig Rationalisierungserfolge verbunden sind.

Man erwartet von einer Zunahme der Arbeitsproduktivität a priori ein langsameres Wachstum der Personalaufwendungen, d.h. die Lohnkosten, die sich regd mäßig am stärksten entwickeln, müßten durch die Produktivitätssteigerung eine gedämpfte Entwicklung aufweisen. Das Ergebnis müßte eine c.p. geringere Preissteigerung bei den Produkten oder ein kleineres marginales Finanzierungsverhältnis oder eine größere Wachstumsrate sein - ausgedrückt durch eine Kurvenverschiebung in den Nomogrammen 61.1-3. Tatsächlich stellt sich aber heraus, daß bei Produktivitätssteigerungen keine Konstanz der relativierten Zielvariablen FVM, ASN, PSRP und WR mehr gegeben ist. Mindestens eine der Variablen ändert sich im Zeitablauf.

	ohne Produktivitäts-steigerung	mit Produktivitätssteigerung WR, PSRP = const.	FVM = const.
WR	2.70	2.70	2.70 - 3.10
FVM	1.00	1.5 - 0.15	1.00
PSRP	6.00	6.00	5.10 - 4.80
URB	10.3	10.7 - 16.5	13.0 - 11.8
URN	2.8 - 3.6	3.0 - 6.7	3.2 - 4.5
ERB	20.0 - 28.8	20.9 - 42.7	21.7 - 33.3
ERN	5.7 - 10.3	6.1 - 17.6	6.5 - 12.7
Δz	2.70	3.50	3.60 - 4.10

Tab. 62.4: Auswirkungen der Produktivitätssteigerung auf die Zielvariablen WR, FVM und PSRP sowie die Kennzahlen URB, URN, ERN und Δz (Zunahme der verkauften Produkte); alle Angaben, außer für FVM, in % p.a.

Ein Blick auf Tabelle 62.4 zeigt, daß beispielsweise unter Konstanthaltung von WR und PSRP das marginale (und damit auch das durchschnittliche) Finanzierungsverhältnis in der Zehnjahresperiode laufend abnimmt (obgleich, wie aus der Tabelle nicht zu ersehen ist, der Personalaufwand je Einheit, wie erwartet, langsamer wächst als ohne Produktivitätssteigerung). Statt FVM könnte auch WR oder PSRP oder ASN endogene Variable sein, immer mit dem gleichen Ergebnis, daß die jeweils nicht-fixierte Variable einen steigenden bzw. fallenden Trend aufweist. Es können gleichzeitig auch zwei (oder mehr) Variable endogene Variable werden. Ein Beispiel für den ersten Fall zeigt die letzte Spalte der Tabelle; hier ist FVM "festgehalten", während WR und PSRP sich aufwärts bzw. abwärts entwickeln.

Wie erklärt sich diese "Instabilität"? Der letzten Zeile der Tabelle ist zu entnehmen, daß die Änderung (die Zunahme) der Anzahl der produzierten und verkauften Einheiten (z) größer ist als die Zunahme von WR, der Wachstums-

rate der Kapazität, gemessen in Standardarbeitsstunden. Dies ist eine Folge der Annahme, die Produktivitätssteigerung wirke sich in einer Verringerung der Arbeitszeit pro Stück (APS) aus. Dadurch aber entwickelt sich die Einnahmen- (Erlös) seite schneller als im Fall ohne Produktivitätssteigerung, was sich c.p. entweder in einer ständigen Verringerung der Fremdkapitalaufnahme oder einer Erhöhung der Wachstumsrate oder einer Senkung von PSRP oder in der gleichzeitigen Änderung aller Größen auswirkt.

Als Fazit dieser Betrachtung kann gesagt werden, daß die Produktivitätssteigerung nicht nur wie eine negative Preissteigerung (bei den Faktoren) wirkt, sondern eine noch stärkere Wirkung entfaltet, bei der sogar die Änderungsgrößen sich im Zeitablauf ändern. In praktischer Hinsicht wird damit die Auffassung bekräftigt, daß in der Steigerung der Produktivität eine wirkungsvolle Waffe gegen die Preissteigerung steckt. Wie diese Waffe wirken kann, läßt sich an den Ergebnissen der Simulation verfolgen.

Zur Illustration sind in Tabelle 62.4 auch noch die Entwicklungen der Kennzahlen URB, URN, ERB und ERN wiedergegeben, die für sich sprechen.

621. Bedingte Strategien

Bedingte Strategien unterscheiden sich von unbedingten Strategien dadurch, daß sie vom Eintreten bestimmter Bedingungen abhängig sind, die gewissermaßen als Auslöser wirken. Im typischen Fall sind die auslösenden Bedingungen Restriktionen, die wirksam werden. Das Erreichen oder Überschreiten bestimmter Grenzen erzwingt Anpassungsmaßnahmen, eben die bedingten Strategien, welche die Einhaltung der Bedingungen gewährleisten sollen. In diesem Sinne lassen sich die bedingten Strategien auch als eingebaute Entscheidungsregeln auffassen.

Zur Demonstration der Wirkungsweise dieser bedingten Entscheidungen seien im folgenden zwei Beispiele angeführt. Einmal besteht die Restriktion auf dem Absatzmarkt, das andere Mal bei der Gebäudekapazität.

6210. Absatzgrenzen

In den bisher besprochenen Fällen war es immer die Finanzierungsseite, von der Wachstumsbeschränkungen ausgingen. Daß das Wachstum sich nicht durch beliebig erhöhten Kapitaleinsatz steigern läßt, ist nicht zuletzt auf Beschränkungen der Absatzseite zurückzuführen: Ab einer gewissen Absatzhöhe macht sich eine Marktsättigung oder eine vermehrte Konkurrenz bemerkbar. Das folgende einfache Beispiel - das beliebig abgewandelt werden kann - unterstellt, daß ab einer gewissen Absatzhöhe (ausgedrückt in Produkteinheiten, also real) der Absatz stagniert.

Das Erreichen der Absatzgrenze löst eine Drosselung der Produktion aus nach (341-1), wobei auch die Kapazität Schritt für Schritt dem veränderten Produktionsvolumen angepaßt wird (Gleichung (341-2)). Von nun ab nimmt der nominelle Umsatz nur noch aufgrund der Preissteigerung zu (siehe Kurve 1 Abb. 62.2; Kurve 2 zeigt im Vergleich dazu die unbeschränkte Umsatzentwicklung). Der Verlauf der Umsatzkurven allein sagt natürlich wenig aus, weshalb bei diesem Beispiel auch das gesamte Ergebnis in Form von Zeitreihen-Bilanzen und -Kennzahlen dargestellt werden soll (auf den Seiten 212 bis 215). An diesem Output-Beispiel kann verfolgt werden, wie sich die Konsequenzen einer (bedingten) Strategie in sämtlichen Teilbereichen niederschlagen. Für den Ausdruck der Ergebnisse wurde das Jahresintervall gewählt, so daß die Zeitpunktgrößen einen Jahresabstand aufweisen und die Zeitraumgrößen sich auf eine Jahresperiode beziehen (mit Ausnahme der Mengenvariablen A, u, v, x, y und z, hier ist die Basis ein Quartal). Jahresergebnisse haben zwar den Vorteil größerer Übersichtlichkeit, die Kumulation der Quartalswerte verwischt indes auch Feinheiten eines Übergangsprozesses, wie er hier durch die Produktionsdrosselung gegeben ist. Ist man an den Quartalsergebnissen als solchen interessiert, kann man sich entweder die Quartals-Zeitreihen und/oder die Ergebnisse jedes Quartals geschlossen (beispielsweise die erste Periode des Planungszeitraums auf Seite 211) darstellen lassen. Im Fall des geschlossenen Ergebnisausdrucks der Quartale

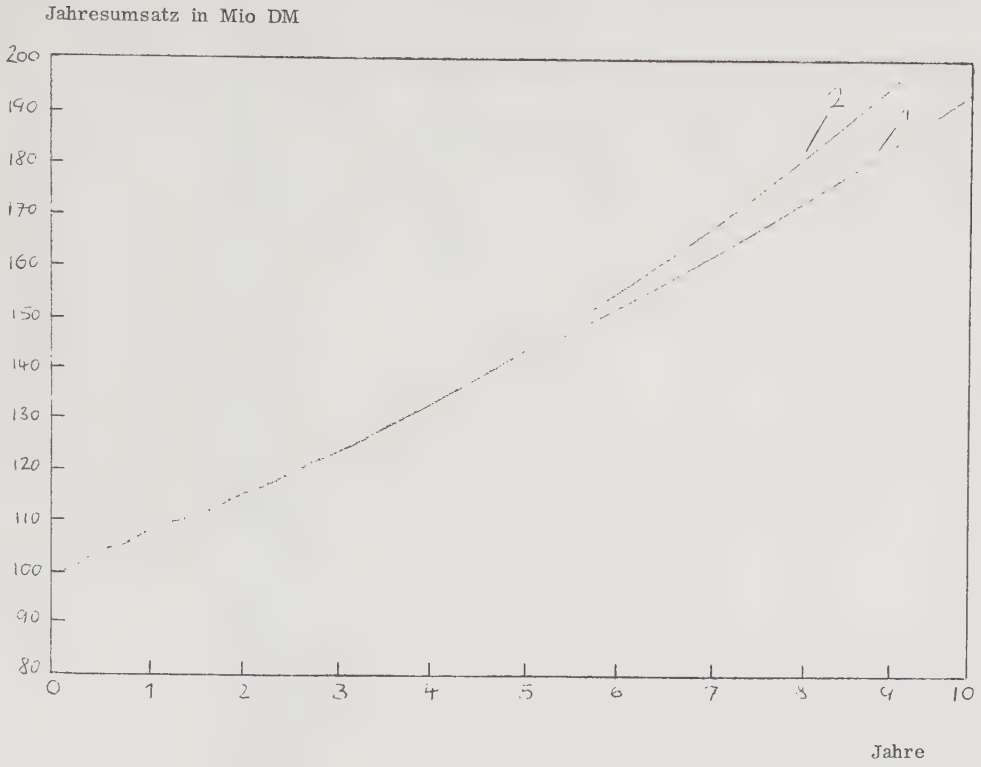


Abb. 62.2:
Umsatzentwicklung in einer Zehnjahresperiode bei stagnierendem realen Absatz (Kurve 1; Wirksamwerden der Absatzrestrikion im 5. Jahr) und bei unbeschränktem Umsatz (Kurve 2)

erhält man gleichzeitig die Strommatrix ausgedruckt, welche in erster Linie Kontrollzwecken dient (zur Einteilung der Matrix siehe Seite 36).

Da die Ergebnisse auf den Seiten 211 bis 215 für sich sprechen, seien nur einige Punkte hervorgehoben, die für die praktische Planungsarbeit von Interesse sind. Ein Blick auf die zeitliche Entwicklung der (Bestands-) Bilanz läßt zunächst die teilweise recht unterschiedlich rasche Entwicklung der Bestände erkennen. Die Bestandsentwicklung ist ein Ergebnis der Umschlagshäufigkeit, so daß solche Bestände wie Forderungen (FO), erhaltene Anzahlungen (EA) und Wertberichtigungen (WB) sich wesentlich schneller entwickeln (wegen ihrer Umsatzabhängigkeit) als etwa das Eigenkapital (EK) oder die Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen (VL). Die unterschiedlichen Bewertungsverfahren (Durchschnittsbewertung bei RO, LIFO-Bewertung bei HF und FF) wirken sich ebenfalls in einer verschiedenartigen Bestandsentwicklung aus, die im Falle von HF und FF wegen der stagnierenden Produktion sogar zu einer Konstanz der Bestände führt; demgegenüber wächst der RO-Bestand trotz gleichbleibender Produktion wegen der Durchschnittsbewertung weiter an. Auffallend ist besonders die explosive Gewinnentwicklung, die überwiegend auf die steigenden Preise zurückzuführen ist.

Die Unterschiede in den Geschwindigkeiten der Bestandsentwicklung führen zu fortwährenden Proportionsverschiebungen im Bilanzbild und sind das Ergebnis des Zusammenwirkens vieler sich überlagernder Einflüsse. Allein daran kann man schon sehen, daß sich etwa Bilanz- und Kennzahlenmodelle (siehe Abschnitt 11) zur Projektion derartig verwickelter Beziehungen nicht eignen. Daß hier Simulationsmodelle eindeutig überlegen sind, braucht nicht besonders betont zu werden.

Die Bewegungsbilanzen decken auf, was sich hinter den Bestandsveränderungen abspielt. Geringe Bestandsänderungen etwa können durch hohe Zu- und Abgänge (wie bei GG und MA bzw. deren Änderungen GGDESI/MADESI und GGINV/MAINV) verursacht werden, was den Beständen selbst nicht zu entnehmen ist. In den

meisten Fällen reichen zur Information auch die saldierten Bewegungen aus (zum Aufbau der Bewegungsbilanz siehe Abschnitt 331).

Die Erfolgsrechnungen ermöglichen insbesondere bei steigenden Preisen interessante Einblicke in die unterschiedliche Entwicklung der Aufwands- und Ertragskomponenten. So steigen beispielsweise die Personalaufwendungen (PERSAUF) etwa doppelt so schnell wie die Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe (ROAUFWD). Trotz der stagnierenden Produktion entwickelt sich der Umsatz (wie auch in der Abbildung 62.2 zu sehen) wertmäßig immer weiter aufwärts. Wie bei den Bestandsbilanzen verschieben sich auch hier bei den Erfolgskomponenten die Proportionen im Laufe der Zeit, wodurch sich unmittelbare Auswirkungen auf den Periodengewinn (PERGEW) ergeben, der sich schneller als alle anderen Größen entwickelt. Eine konventionelle Planung, die den gewünschten Gewinn in den Mittelpunkt stellt und danach alle anderen Größen plant (Gewinnplanung) ist nicht in der Lage, solche Wirkungen zu zeigen, weil dabei die Kausalität geradezu umgekehrt wird.

Der letzte Teil der Gesamtergebnisse besteht aus den Kennzahlen, die entweder solche Werte enthalten, die nicht in den Bilanzen vorkommen oder Verhältniszahlen aus Bilanzwerten darstellen. Die erste Zeile weist die Entwicklung der Produktionskapazität (gemessen in Arbeitsstunden) aus, die auch als Maßstab für das reale Wachstum gelten kann. Die Stagnation der Produktion ist hier an der Stagnation der Kapazität in der zweiten Hälfte der Planungsperiode abzulesen. In den nächsten beiden Zeilen erscheinen die ungedämpfte, endogene Wachstumsrate und die gedämpfte Wachstumsrate, aus deren Verlauf der Einschwingvorgang abzulesen ist (darüber mehr im nächsten Abschnitt). WG spiegelt das Wachstum der Produktionskapazität wider, jedoch nur solange, wie die Absatzrestriktion unwirksam ist. Ab Periode 5, in der die Produktion gedrosselt wird, führt der damit verbundene Liquiditätseffekt zu einem starken Anstieg sowohl der ungedämpften wie auch der gedämpften Wachstumsraten, was nun aber allein als Indiz für die verbesserte Liquiditätssituation zu werten ist.

Die Mengenvariablen u, v, x, y und z in den folgenden Zeilen lassen die entsprechenden Güterbewegungen erkennen. Im Laufe des fünften Jahres wird die Absatzrestriktion wirksam und dadurch die Zahl der Anfangsprodukte (x) auf die Zahl der absetzbaren Einheiten (im Beispiel 270) reduziert (eingekreiste Zahl in der Tabelle). Daraufhin stagniert das reale Wachstum und das Unternehmen fällt in einen stationären Zustand, ablesbar an der Konstanz und der Gleichheit der Mengenvariablen in den folgenden Perioden. Im Vergleich dazu zeichnet sich die evolutorische Entwicklung in der ersten Hälfte der Planungsperiode dadurch aus, daß die Anfangsprodukte (x) gegenüber den Endprodukten (y) und diese gegenüber den verkauften Produkten (z) einen Vorlauf aufweisen, der wiederum für die Bestandserhöhungen (siehe Bewegungsbilanzen) verantwortlich ist. Der Vorlauf der eingekauften Materialeinheiten (u) gegenüber den verbrauchten (v) schließlich ist für Materiallagerbestandserhöhung verantwortlich (wegen des Einschwingverhaltens des Systems erst ab der zweiten Periode deutlich zu sehen). -

Das marginale Finanzierungsverhältnis (FVM) in der nächsten Zeile ist konstant und auf eins festgelegt, weshalb das durchschnittliche Finanzierungsverhältnis (FVD), das zu Anfang 0.90 beträgt, im Laufe der Zeit langsam ansteigt. Die Kennzahlen URB und URN weisen aus Gründen, die weiter oben schon beschrieben wurden, eine steigende Tendenz auf.

Auf die Zeitreihen der vier Preisindizes für den Produktpreis, die Materialkosten, Investitionskosten und Lohnkosten (alle auf der Basis des Planungszeitpunktes) folgen die Kennzahlen ERB und ERN, die gleichfalls steigende Tendenz zeigen. Die Begründung hierfür wurde ebenfalls weiter oben gegeben. Die letzte Kennzahl (ein Einzelwert, keine Zeitreihe) stellt die Summe der auf den Endzeitpunkt aufgezinsten Gewinnausschüttungen dar, die bei bestimmten Experimenten als Vergleichskriterium dient.

Am Beispiel der Absatzrestriktion und ihrer Auswirkungen auf sämtliche Modellvariable ist gezeigt worden, wie eine einzelne Maßnahme, nämlich die Produktionsdrosselung, sich in den Bilanzen bzw. Kennzahlen sowohl eines

ERGEBNIS PERIODE 1

STROMMATRIX

0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	428.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	224.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	723.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	242.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5217.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	20447.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	[illegible]	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	767.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	[illegible]	0.
0.	110.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	21198.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1000.	0.	0.	[illegible]	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	250.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	25.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	750.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	6646.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	4006.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
242.	741.	0.	0.	5198.	20280.	20167.	759.	0.	0.	19214.	0.	0.	500.	25.	0.	0.	0.	0.	[illegible]	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	500.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

BILANZ (AKTIVA/PASSIVA)

GG	MA	AB	FA	RO	MF	FF	HW	AN	FO	ZM	ZU
22194.	11202.	1518.	10500.	7019.	25167.	5113.	3008.	500.	10085.	3033.	500.

FK	WB	RS	LV	VL	KV	EA	SV	BG	BS
51750.	500.	3000.	30250.	5061.	5000.	4035.	500.	514.	100610.

UEBERGUNGSBILANZ (MITTELHERKUNFT/MITTELVERWENDUNG)

GGDESI	MADESI	EKERVA	WBZUGN	RSZUGN	LVZUGN	VLZUGN	KVZUGN	EAZUGN	SVZUGN	PERGEW
242.	851.	0.	0.	0.	1000.	61.	0.	35.	0.	514.

GGINV	MAINV	ABZUGN	FAINVN	ROZUGN	MFZUGN	FFZUGN	HWZUGN	ANZUGN	FOZUGN	ZMZUGN	SUZUGN	GEWAUS	LVTILG	KVTILG
428.	1052.	18.	0.	19.	167.	113.	8.	0.	85.	-187.	0.	250.	750.	0.

ERFOLGSRECHNUNG (AUFWAND/ERTRAG)

GOABSOL	MAABVFL	ROAUFWD	PERSAUF	ZINSAUF	STEUERN	SOAUFWD	UMSA	RUECKST	PERGEW
242.	741.	5198.	10152.	700.	1665.	6697.	758.	525.	514.

AKTZIN	GEZAHL	EEZUM	UMSATZ	ZINSERT	NEMAVK	NEEA	NEHWVK	ANMEA	SUERT
1.	1.	113.	20280.	0.	1.	0.	1834.	500.	27193.

GESAMTERGEBNIS DER PERIODEN 4 BIS 40

JAHRES-

BILANZEN in TDM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AKTIVA										
GG	22463.	22893.	23468.	24225.	25188.	27313.	29881.	32684.	35640.	38921.
MA	11708.	12487.	13328.	14258.	15407.	17076.	18950.	20907.	22950.	25145.
AB	1552.	1537.	1615.	1642.	1679.	1733.	1789.	1840.	1893.	1950.
FA	10500.	10500.	10500.	10500.	10500.	10500.	10500.	10500.	10500.	10500.
BO	7191.	7527.	7903.	8305.	8633.	8973.	9329.	9702.	10090.	10493.
HF	25436.	26031.	26697.	27476.	27511.	27511.	27511.	27511.	27511.	27511.
FE	5333.	5483.	5686.	5984.	6250.	6094.	6094.	6094.	6095.	6095.
HW	3059.	3114.	3176.	3249.	3332.	3389.	3465.	3546.	3632.	3724.
AN	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.
FO	10561.	11052.	11592.	12213.	12949.	13406.	14050.	14749.	15475.	16263.
ZM	3833.	4097.	4279.	4377.	5066.	5243.	4960.	4905.	5139.	5597.
SU	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.
PK	51750.	52935.	54295.	55806.	57501.	59409.	61511.	63881.	66541.	69504.
WB	519.	545.	574.	603.	636.	663.	695.	729.	765.	803.
RS	3002.	3004.	3006.	3008.	3011.	3013.	3015.	3018.	3021.	3024.
LV	30250.	31435.	32795.	34 [illegible].	36001.	37906.	40011.	42381.	45041.	48004.
VL	5139.	5279.	5419.	5563.	5695.	5926.	6065.	6106.	6256.	6416.
KV	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.
BA	4136.	4355.	4639.	4972.	5356.	5716.	6093.	6497.	6928.	7390.
SV	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.	500.
RG	2370.	2720.	3022.	3301.	3915.	4205.	4741.	5320.	5925.	6563.
BS	102066.	105771.	109243.	113147.	117514.	122238.	127529.	133429.	139974.	147199.

PASSIVA

BEWEGUNGSBILANZEN

MITTELHERKUNFT

GGOESI	770.	895.	1016.	1045.	1080.	1141.	1243.	1361.	1486.	1621.
MADESI	3483.	3790.	3956.	4229.	4529.	4953.	5494.	6087.	6701.	7348.
EKERVA	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
WBZUGN	19.	26.	29.	29.	33.	27.	32.	34.	36.	39.
BSZUGN	2.	2.	2.	2.	3.	2.	3.	3.	3.	3.
LVZUGR	3760.	4290.	4605.	4904.	5253.	5651.	6051.	6549.	7099.	7689.
VLZUGN	139.	139.	136.	148.	133.	131.	139.	141.	150.	160.
KVZUGR	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
EAZUGN	136.	219.	284.	333.	384.	360.	377.	404.	431.	461.
SVZUGN	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PERGEW	2370.	2720.	3022.	3301.	3815.	4205.	4741.	5320.	5925.	6563.

MITTELVERWENDUNG

GGINV	1432.	1434.	1592.	1801.	2044.	3266.	3810.	4164.	4442.	4903.
MAINV	4107.	4480.	4796.	5159.	5677.	6621.	7359.	8044.	8744.	9544.
ABZUGN	52.	35.	28.	27.	36.	55.	55.	52.	52.	57.
EAINVN	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PRZUGN	181.	346.	375.	402.	320.	339.	356.	373.	388.	403.
HFZUGN	486.	545.	666.	709.	15.	0.	0.	0.	0.	0.
FEZUGN	333.	150.	302.	338.	266.	-156.	0.	0.	0.	0.
HWZUGN	51.	55.	62.	72.	85.	57.	75.	81.	86.	92.
ANZUGN	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
EGZUGN	561.	400.	541.	620.	735.	459.	644.	690.	735.	788.
ZWZUGN	-167.	264.	182.	-1.	289.	177.	-292.	-55.	284.	408.
SIZUGN	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
GEWAUS	250.	1130.	1360.	1511.	1696.	1908.	2102.	2370.	2660.	2963.
LVZUG	3113.	3114.	3245.	3393.	3559.	3743.	3949.	4179.	4438.	4726.
KVZUG	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

ERFOLGSRECHNUNGEN

AUFWAND										
GRARVEL	979.	995.	1016.	1045.	1080.	1141.	1243.	1361.	1486.	1621.
MAARVEL	3037.	3230.	3445.	3682.	3942.	4312.	4784.	5300.	5834.	6398.
RDAUFWD	21176.	22202.	23434.	24802.	26064.	27072.	28198.	29366.	30579.	31847.
RERSAUF	42118.	46130.	50658.	55743.	61064.	65845.	71275.	77151.	83511.	90395.
ZINSAUF	2815.	2891.	2906.	3114.	3246.	3395.	3559.	3743.	3950.	4181.
STFUERN	6966.	7377.	7777.	8255.	8800.	9331.	10016.	10765.	11563.	12419.
SOAUFWD	27364.	28811.	30418.	32178.	33889.	35127.	36554.	38038.	39592.	41189.
NAHW	3138.	3345.	3603.	3882.	4193.	4456.	4745.	5060.	5396.	5756.
RUECKST	2143.	2257.	2370.	2494.	2633.	2764.	2887.	3030.	3182.	3345.
RERGEW	2370.	2720.	3022.	3391.	3815.	4205.	4741.	5320.	5925.	6563.
ERTRAG										
AKTERGL	420.	449.	480.	516.	568.	662.	737.	804.	874.	954.
RTZUN	486.	545.	666.	799.	15.	0.	0.	0.	0.	0.
ERZUN	333.	150.	202.	208.	266.	-156.	0.	0.	0.	0.
UMSATZ	104608.	112165.	120299.	129392.	139751.	148531.	158154.	168663.	179874.	191865.
ZINSERT	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NEMAVK	5.	5.	5.	5.	6.	6.	7.	8.	9.	10.
NERA	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NEMWVK	4337.	4543.	4872.	5240.	5660.	6015.	6435.	6931.	7285.	7771.
ADEWRA	2010.	2110.	2221.	2335.	2460.	2589.	2697.	2827.	2966.	3114.
SUERT	112106.	119977.	128746.	138586.	148726.	157804.	168061.	179133.	191008.	203714.

KENNZAHLEN

A	257573.	261046.	264945.	269543.	270557.	270000.	270000.	270000.	270000.	270000.
WEMI	-3.49	0.12	3.30	3.27	11.24	27.11	14.42	2.97	0.97	3.65
WG	1.28	1.46	1.51	1.72	2.67	5.26	5.63	5.24	4.87	4.82
U	256.81	262.61	266.87	271.15	269.78	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00
V	257.37	261.63	265.74	270.23	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00
X	257.28	261.77	265.88	270.35	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00
Y	257.60	260.22	263.58	268.27	272.23	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00
Z	256.54	259.55	263.21	267.47	271.89	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00
FVM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FVD	0.90	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94
URB	9.06	9.09	8.98	9.00	9.41	9.20	9.42	9.63	9.81	9.98
URN	2.27	2.42	2.51	2.62	2.73	2.83	3.00	3.15	3.29	3.42
PIP	105.10	110.95	117.29	124.35	132.69	140.66	149.98	159.97	170.61	182.02
PIM	104.06	108.38	112.68	117.26	122.02	126.97	132.13	137.49	143.07	148.88
PII	106.14	112.65	119.56	126.90	134.68	142.95	151.72	161.03	170.91	181.40
PIL	108.24	117.17	126.82	137.29	149.59	160.84	174.10	188.45	203.98	220.80
ERB	18.04	19.07	19.89	20.87	21.94	22.78	23.99	25.18	26.28	27.31
ERN	4.59	5.14	5.57	6.09	6.64	7.08	7.71	8.33	8.90	9.44

23248.08

EWGA

Zeitpunkts (eines Zeitraums) als auch über die Zeit hinweg verfolgen und analysieren läßt. Damit ist auch deutlich geworden, wie ein integriertes Gesamtmodell einer Unternehmung die Auswirkung einer Maßnahme auf alle betrieblichen Teilbereiche unter Berücksichtigung der Interdependenzen wiederzugeben in der Lage ist. Im praktischen Anwendungsfall können ohne weiteres mehrere Beschränkungen (Maßnahmen, Entscheidungen) gleichzeitig wirksam werden, wodurch sich das Systemverhalten entsprechend kompliziert.

6211. Beschränkungen durch die Gebäudekapazität

In den bisherigen Beispielen wurde immer unterstellt, daß die Gebäudeinvestitionen kontinuierlich verlaufen. Dies geschah nicht nur aus Gründen der Einfachheit, sondern auch aus Gründen der Vergleichbarkeit. Wie im folgenden gezeigt wird, gehen von den in größeren Abständen getätigten Investitionen bei endogenem Wachstumsprozeß (also fixierter Kapitaldeckung) Störungen auf das Gesamtsystem aus, die so stark sind, daß sie andere, zur Untersuchung stehende Wirkungen zu überdecken vermögen. Außerdem gerät das System in (konstante) Schwingungen, die einen Periodenvergleich erschweren, wenn nicht ganz unmöglich machen. Vor der Durchführung realistischer Simulationsexperimente, bei denen viele Einzelmaßnahmen gleichzeitig wirken, ist eine isolierte Untersuchung einzelner Experimentieranordnungen unbedingt nötig, um später die Ergebnisse beim komplexen Zusammenwirken verstehen zu können.

Die Annahme einer (quasi-) kontinuierlichen Gebäudeinvestition wird also aufgegeben zugunsten einer diskreten, nur alle paar Perioden stattfindenden Investition. Wie der Investitionsmechanismus abläuft, ist den Gleichungen (3132-2, 3) zu entnehmen . Die frei wählbare Variable WRK, welche die "Sprunghöhe" der Gebäudekapazität bestimmt, wird im Beispiel auf 5 % festgelegt.

Das Ergebnis der Simulation ist der Abb. 62.3 zu entnehmen. Die Treppenkurve GG zeigt die Bestandsentwicklung der Grundstücke und Gebäude. Jedes-

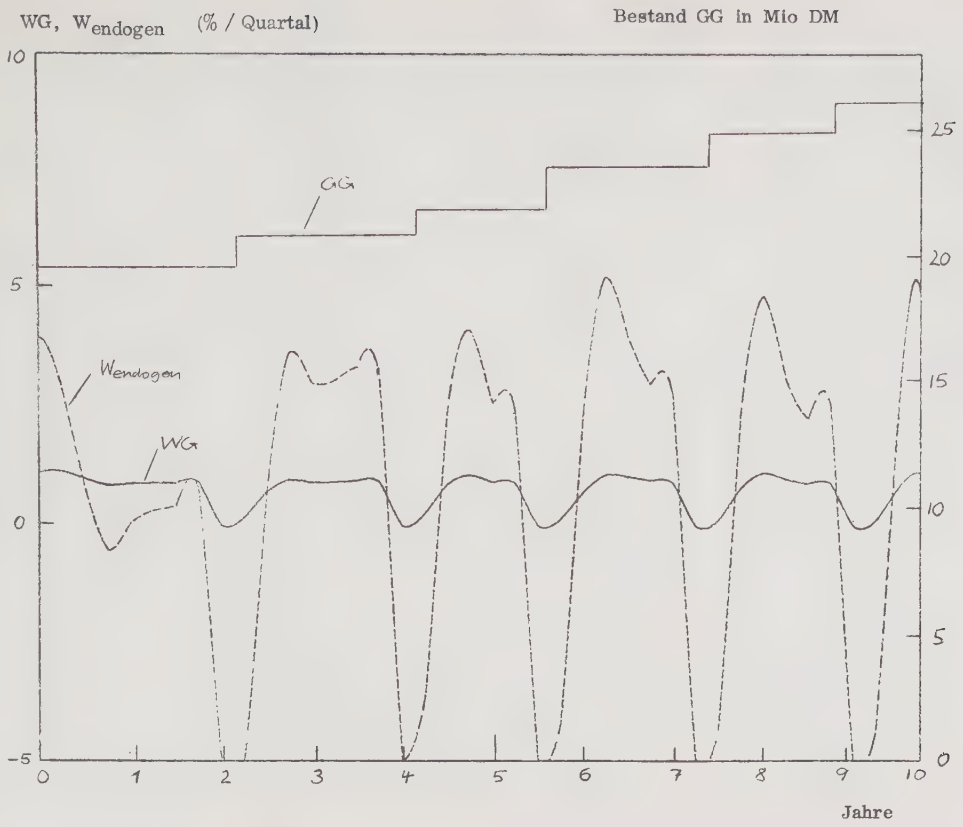


Abb. 62.3:
Systemverhalten bei intervallweise vorgenommenen Gebäudeinvestitionen (Kurve GG); die Kurve $W_{endogen}$ reflektiert die davon ausgehenden Liquiditätsschwankungen, welche in der Kurve WG gedämpft sind.

mal, wenn die Gebäudekapazität erreicht ist, wird sie um den abgegebenen Satz erhöht. Der damit verbundene "Investitionsstoß" hat natürlich eine starke Liquiditätsverknappung zur Folge, die sich in der Kurve $W_{endogen}$ widerspiegelt. Würde die Maschineninvestition über diese ungedämpfte Wachstumsrate gesteuert werden, hätte das eine Explosion des Systems zur Folge; daher wird diese endogene Wachstumsrate gedämpft (zur Dämpfung siehe Abschnitt 3166). Der Investitionszyklus läuft nun so ab, daß abwechselnd Gebäudeinvestitionen (GG-Kurve) und Maschineninvestitionen (implizit ausgedrückt durch die WG-Kurve) getätigt werden - eine zwangsläufige Folge der fixierten Kapitaldeckung.

So, wie der Investitionszyklus in diesem Beispiel dargestellt wurde, ist er als noch nicht besonders realitätsnah zu bezeichnen, wenngleich er in dieser Einfachheit für viele Untersuchungen ausreichend realistisch ist. Wie schon beim Beispiel der Absatzrestriktion zu sehen war, ist dies ein Grundtyp eines Experiments, das beliebig verfeinert werden kann, ohne daß die hier gezeigten wesentlichen Züge sich grundlegend verändern.

Im Vergleich zu "echten" Investitionszyklen in einer Unternehmung fällt insbesondere das Schwingungsverhalten auf, das in der Realität aufgrund der vielen dort wirksam werdenden "natürlichen" Dämpfungen (in der kurzfristigen Planung, durch zeitweise Lockerung der Finanzrestriktionen) nur noch mehr oder weniger stark gedämpft in Erscheinung tritt. Bis zu einem gewissen Grade kann dies auch über eine entsprechende Fixierung der Dämpfungsparameter im Modell erreicht werden.

Neben der Darstellung des Investitionszyklus ist an diesem Beispiel auch zu sehen, daß das System auch gegenüber sehr starken "Störungen" (wie sie durch die Investitionsstöße gegeben sind) stabil ist. Wie das System bei Fehlen jeglicher Störungen nach einigen Perioden in ein gleichgewichtiges Wachstum

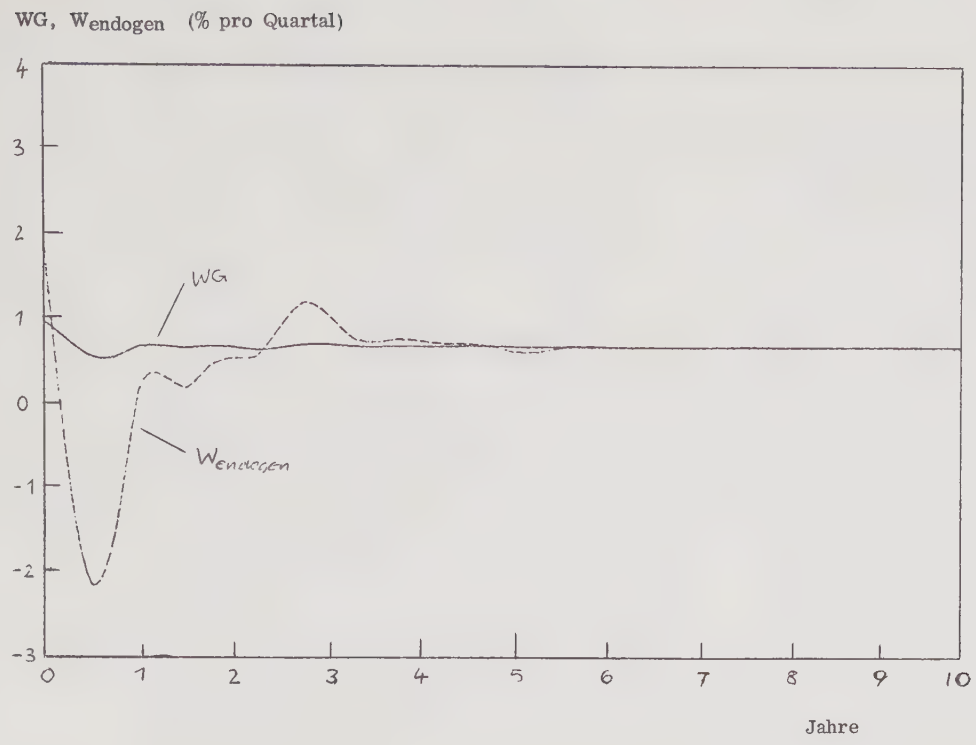


Abb. 62.4:

Einschwingverhalten des Systems in einen Zustand gleichgewichtigen Wachstums. $W_{endogen}$ gibt die ungedämpfte, WG die gedämpfte Wachstumsrate wieder.

einschwingt, sei anhand der Abbildung 62.4 demonstriert. Obgleich das System hier (wie auch in den übrigen Beispielen) mit gleichgewichtigen Startbedingungen initialisiert wurde, gelingt ein absoluter Gleichgewichtsstart dennoch nicht ganz. Die davon ausgehenden Wirkungen sind aber, wie sich beim Test der Startbedingungen zeigen läßt, nur noch derart minimal, daß sie vernachlässigt werden können. Die gedämpfte Wachstumsrate WG hat bereits nach einem Jahr ihren langfristig gültigen Wert erreicht, der im weiteren unverändert bleibt. Die Konstanz von WG und die nach einigen weiteren Perioden erzielte Übereinstimmung von $W_{endogen}$ (der ungedämpften Wachstumsrate) und WG beweist, daß das System sich auf einem stabilen, gleichgewichtigen Wachstumspfad befindet (vgl. dazu die Ausführungen über das Austesten in Abschnitt 5). Würde beispielsweise WG eine steigende oder fallende Tendenz aufweisen bzw. $W_{endogen}$ ständig von WG abweichen (darüber oder darunter liegen), so läge die Vermutung nahe, daß sich strukturelle Fehler im Modell verbergen (soweit die Diskrepanzen nicht anders erklärbar sind).

622. Exogene Modelleingriffe

Als letztes Beispiel in der Reihe der Modellexperimente wird eine Eigenkapitalerhöhung beschrieben, die stellvertretend für alle sonst denkbaren exogenen Modelleingriffe stehen mag. Exogene Modelleingriffe sind dadurch charakterisiert, daß in das selbständig ablaufende Modellgeschehen zeitlich gezielt eingewirkt wird. Die technische Realisierung geschieht, wie mehrfach bei der Beschreibung des Projektionssystems erwähnt, durch Entscheidungsvektoren, das sind dynamische Entscheidungsvariable. Im Gegensatz zu statischen Entscheidungsvariablen (etwa ASN im Beispiel der Abbildung 62.1), die während der ganzen simulierten Planungsperiode unverändert bleiben, können dynamische Entscheidungsvariable für jede Periode einen anderen Wert zugeordnet bekommen. Im Prinzip ist jede (statische) Entscheidungsvariable dynamisierbar, von Bedeutung ist dies allerdings nur in wenigen Fällen.

Eines der interessantesten Beispiele für die Anwendung von dynamischer Entscheidungsvariablen ist die Eigenkapitalerhöhung. Im hier gezeigten Experiment wird nach (3164-7) einmal im ersten Quartal, in einem zweiten Lauf zu Beginn des fünften Jahres und in einem dritten Lauf überhaupt keine Eigenkapitalerhöhung durchgeführt. Diesen alternativen Konstellationen entsprechen die Kurven 1, 2 und 3 der Abbildung 62.5. Die Eigenkapitalerhöhung beträgt dabei zehn Millionen DM, und es wird die Auswirkung auf die Umsatzentwicklung untersucht (dabei werden konstante Preise angenommen, um Einflüsse von dieser Seite auszuschalten).

In diesem Experiment wird von der impliziten Annahme ausgegangen, daß das Wachstum der Unternehmung allein von der Finanzierungsseite durch das verfügbare Kapital beschränkt wird. Eine Lockerung der Kapitalbeschränkung durch Zuführung beispielsweise von Eigenkapital schafft neue Expansionsmöglichkeiten.

Der Vergleich der drei Umsatzkurven in Abb. 62.5 zeigt:

- Vom Einsatz des zugeführten Kapitals bis zum Wirksamwerden in der Umsatzhöhe verstreichen einige Monate. Dieser time lag setzt sich zusammen aus dem Investitions-lag (Beschaffung der maschinellen Anlagen bis Aufnahme der Produktion) sowie der Produktionsdauer und der Lagerdauer im Fertigfabrikatelager. Erst dann wird das zugeführte Kapital umsatzwirksam.

- Die Kapitalerhöhung bringt das System aus dem Gleichgewicht, wodurch ein Einschwingvorgang ausgelöst wird, an dessen Ende sich das System wieder im langfristigen Gleichgewicht befindet. Die Charakteristik des Einschwingverhaltens hängt dabei von dem gewählten Dämpfungsverfahren und seiner Parameterwerte ab.

- Die Wachstumsrate (hier: des Umsatzes) wird durch den Zeitpunkt der Kapitalerhöhung nicht beeinflußt, was sich an den gleichbleibenden Steigungen ablesen läßt. Die absolute Umsatzhöhe indessen hängt (etwas) davon ab, allerdings in sehr geringem Maße. Genauere Untersuchungen zeigen, daß sich

die Abweichung überwiegend auf den Einschwingvorgang zurückführen läßt, der zu Anfang etwas anders verläuft als in späteren Perioden. Für die praktische Verwendung spielen so kleine Unregelmäßigkeiten keine Rolle. - Damit ist die absolute, gleichgewichtige Umsatzwachstumskurve allein eine Funktion des zugeführten Kapitalvolumens.

Neben der Demonstration der Funktionsweise exogener Eingriffe wird am Beispiel der Kapitalerhöhung besonders schön das Übergangsverhalten des Systems deutlich. Die Wiedergabe und Darstellung solcher Übergangsprozesse (von einem Gleichgewichtszustand zum anderen) ist nur mit Simulationsmodellen möglich und kann als ein entscheidender Vorteil gegenüber analytischen Modellen gewertet werden.

Auch dieses letzte Modellexperiment ist relativ einfach gehalten und läßt sich beliebig ausbauen. Insbesondere bieten sich Untersuchungen der Kombination Kapitalerhöhung (sei es Eigen- oder Fremdkapital) und Investition (hauptsächlich: in Gebäude) an . Zur Beurteilung der Simulationsergebnisse kann die Kennzahl EWGA in Verbindung mit dem Eigenkapitalbestand am Ende der Planungsperiode herangezogen werden.

Die Auswahl der Modellexperimente mag verdeutlicht haben, wie die Projektionen die unterschiedlichen Annahmen und Festlegungen widerspiegeln und dadurch beitragen, die Konsequenzen alternativer Pläne in allen Teilgebieten sichtbar zu machen.

7. Zum Problem der Gültigkeit des Modells

Mit der Entwicklung des Projektionsmodells stellt sich sofort die Frage nach seiner Gültigkeit bzw. seiner Güte. Zwar taucht dieses Problem bei jedem (insbesondere mathematischen) Modell auf, es tritt indes bei Simulationsmodellen mit deutlich stärkerem Akzent in Erscheinung. Ein Beweis der Gül-

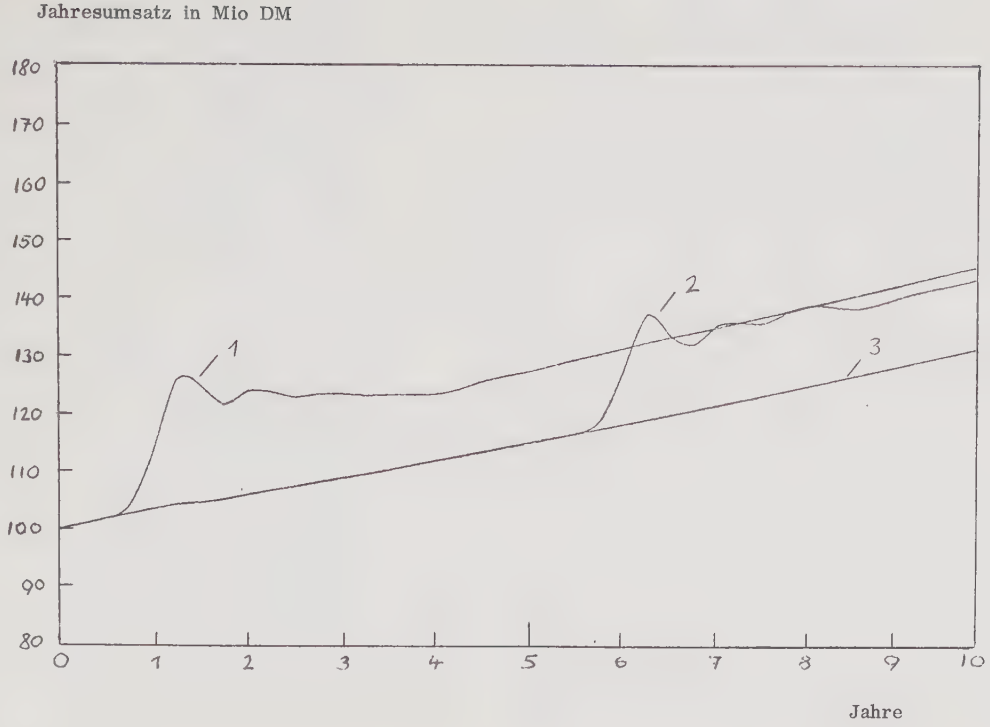


Abb. 62.5:

Umsatzentwicklung in Abhängigkeit von einer Eigenkapitalerhöhung zu Beginn der Planungsperiode (Kurve 1), zu Beginn des 6. Jahres (2) und ohne Eigenkapitalerhöhung(3).Deutlich ist die zeitliche Verzögerung und das Einschwingverhalten zu sehen.

tigkeit ist in jedem Falle unmöglich, weshalb nur die Möglichkeit bleibt, die Gültigkeit nach und nach zu erhärten bzw. die Hypothese der Gültigkeit solange aufrechtzuerhalten, bis sie eindeutig widerlegt ist.

Im Prinzip bieten sich drei Wege an, über die Gültigkeit eines Prognose- bzw. Projektionsmodells eine Aussage zu machen:

- Test anhand von Vergangenheitswerten (retrospektiver Test)
- Test anhand von Zukunftswerten (prospektiver Test)
- Test anhand von a priori Überlegungen (Plausibilitätstest)

Der retrospektive Test setzt das Vorhandensein von Vergangenheitswerten voraus, wobei aber darauf geachtet werden muß, daß es sich nicht um die gleichen Daten handelt, die für die Parameter-Schätzung benützt worden sind. Selbst wenn genügend Daten vorhanden sind (eine in praktischen Situationen oft bestehende Schwierigkeit), ist dieses Verfahren zumeist nur für kleinere Prognosemodelle geeignet. Seine Anwendung setzt nämlich weiter voraus, daß sich die Umwelt nicht ändert, eine Bedingung, die bei großen Modellen wie Unternehmensmodellen nur schwer, wenn überhaupt, anzutreffen ist. Auch unternehmensinterne Umgestaltungen größeren Umfangs in vorangegangenen Jahren machen es praktisch unmöglich, diesen retrospektiven Test durchzuführen. Wegen des hohen Aggregationsgrades und der damit verbundenen Eigenschaft von Globalmodellen, die langfristige Entwicklung nachzuzeichnen, wird zudem die Vergleichbarkeit von historischen und für die Vergangenheit prognostizierten Werten sehr erschwert.

Demgegenüber kommt dem prospektiven Test eine weitaus größere Bedeutung zu. Prognostizierte (projizierte) Werte werden mit tatsächlich eingetroffenen, also realisierten Werten verglichen. Je geringer die Abweichungen, desto besser die Güte. Natürlich genügt es nicht, daß eine derartige Übereinstimmung einmal gegeben ist, vielmehr soll sie regelmäßig eintreffen. Dabei taucht nun allerdings das Problem auf, daß die Übereinstimmungen nie vollständig sind; es muß dann versucht werden, die Abweichungen zu erklären, und, soweit dies unmöglich ist, sie als tolerierbar oder nicht tolerierbar einzustufen.

Der darin liegende Ermessensspielraum verdeutlicht wieder, daß auch der prospektive Test nicht letztendlich die Frage nach der Gültigkeit zu beantworten vermag. Dennoch meinen Emshoff und Sisson (14, S. 204): "The only possible evidence of validity for a simulation model that has been developed specifically for a situation is that the model has made satifactory predictions in the past".

Der prospektive Test erfordert gemeinhin, insbesondere bei langfristigen Modellen, einen langen Kontrollzeitraum. Um auch schon vorher Aussagen über die Gültigkeit machen zu können (oder auch zur Untermauerung des übrigen Tests) bieten sich Plausibilitätstests an. Diese können etwa darin bestehen, Manager zu befragen, ob das Modell bzw. die darin gemachten Annahmen vernünftig sind (vgl. 14, S. 204 und die dort angegebene Literatur). Simulationsmodelle sind hierfür besonders geeignet, da die Modellbausteine (gewissermaßen die Elementarhypothesen) relativ einfach zu verstehen sind. Zudem bieten auch die Zeitreihen der endogenen Variablen und ihre Entwicklung sowie das Verhältnis der Zeitreihenwerte untereinander viele Anhaltspunkte für Plausibilitätsüberlegungen (vgl. 14, S. 204 und die dort angegebene Literatur). Der Gesamteindruck, den man bei der Analyse der vielen Projektionsbilanzen erhält, kann so auf alle Fälle die Glaubwürdigkeit des Modells stärken. Trotz allem ist es "never possible to completely validate a decision-aiding model since there is never real data about the alternatives not implemented; this problem is common to any decision-aiding procedure, not only to simulation. If the decision makers believe the model is useful and use it, the analyst has done his job." (14, S. 206).

Für das vorliegende Modell kann gesagt werden, daß bis jetzt nur Plausibilitätstests gemacht wurden. Retrospektive Tests scheiden wegen der erwähnten Schwierigkeiten aus, für prospektive Tests ist der Zeitraum der Betrachtung und Kontrolle bislang viel zu gering. Erst die zukünftige Anwendung und Verbesserung des Modells wird derartige Aussagen zulassen.

8. Zusammenfassung und Schlußbetrachtung

Das in dieser Studie entworfene Planungsmodell läßt sich kurz als hochaggregiertes, dynamisches, deterministisches, kybernetisches, evolutorisches Globalmodell einer Unternehmung charakterisieren, das auf dem Wege der Simulation Projektionen von Datenkonstellationen und Entscheidungen für einen langfristigen Zeitraum vornimmt und das Ergebnis dieser Projektionen vornehmlich in Form von Projektionsbilanzen darstellt. Dieses Modell erhebt nicht den Anspruch, ein Unternehmensmodell schlechthin zu sein; vielmehr ist es entstanden für eine konkrete Unternehmung, in Zusammenarbeit mit der Praxis, mit dem Ziel, den Planungsprozeß in der Langfristplanung zu formalisieren und die Planung zu integrieren, um auf diese Weise eine Entscheidungshilfe bei strategischen Entscheidungen geben zu können. Gleichwohl können die dabei gemachten Erfahrungen nutzbringend auch auf ähnliche Planungsprobleme übertragen werden.-

Im Prinzip ist das Modell folgendermaßen aufgebaut: Das System "Unternehmung" wird in Untersysteme zerlegt, die durch Konten repräsentiert werden. Alle betrieblichen Aktivitäten, die sich im Rechnungswesen einfangen lassen, schlagen sich auch in den Transaktionen zwischen den Konten nieder. Mit der Definition der Konten, der Identifikation der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen und der Festlegung eines Bezugszeitraums sind die Basisbestands- und Basisstromvariablen des Modells gefunden. Ein System von Projektionsgleichungen liefert die Basisstromvariablen einer Periode als Funktion vergangener, gegenwärtiger und zukünftiger Bestandsgrößen, Stromgrößen, exogenen und endogenen Größen, Daten und Entscheidungsvariablen. Nach jeder Periode wird der Zustand des Systems fortgeschrieben durch einen Satz von Fortschreibungsgleichungen, welche Basisbestands- und Basisstromvariablen miteinander verknüpfen. Der Zyklus Projektion-Fortschreibung-Projektion usw. wird solange durchlaufen, bis der Planungshorizont erreicht ist. Die Ergebnisse der Simulation, die Bestandsbilanz, die Bewegungsbilanz, die Erfolgsrechnung und ein Satz von Kennzahlen, können gesammelt für jede Periode oder für alle Perioden zusammen in Form von Zeitreihen ausgegeben werden.

Der hohe Aggregationsgrad des Modells zwingt zu Vereinfachungen, deren Vertretbarkeit in jedem einzelnen Fall überprüft werden muß. Generell kommt den Projektionsgleichungen der Charakter von (Struktur- bzw. Verhaltens-) Hypothesen zu, soweit es sich nicht um tautologische Beziehungen handelt. Die postulierten Abhängigkeiten sind ständig auf ihre Gültigkeit hin zu kontrollieren und gegebenenfalls neu zu formulieren. Besonderer Wert ist auf eine ausgewogene Strukturierung gelegt worden, welche sich an der empirischen Relevanz der Beziehungen ausrichtet.

In vielen Fällen weisen die Projektionsgleichungen, wenn es sich nicht gerade um Definitionsgleichungen handelt, die typische Struktur von Übergangsfunktionen auf; sie verleihen dem Modell erst seinen dynamischen Charakter. Regelkreise sorgen für die Stabilisierung des dynamischen Systems im allgemeinen und für die Einhaltung vorgegebener Sollwerte im speziellen. Bei den Sollwerten kann es sich um den Bestand an Zahlungsmitteln (Einhaltung der Liquiditätsbedingung) oder um vorgegebene Zielniveaus (etwa Umsatzrendite) handeln. Die Regelkreise machen das Modell zu einem kybernetischen, sich selbst regulierenden System.

Um das Simulationsmodell in Gang zu setzen, bedarf es einer Reihe von Startwerten, die den bruchlosen Übergang des Systems von der Vergangenheit in die Zukunft ermöglichen. Die hierbei zu beachtenden Bedingungen gleichgewichtigen Wachstums führen zu einem nicht-linearen Gleichungssystem, dessen Lösung die Mengenkomponenten der zu initialisierenden Variablen liefert.

Zur Berechnung der Projektionen ist das Modell in FORTRAN programmiert. Von Speicherbedarf und Rechenzeit her ist es so dimensioniert, daß es auch noch auf kleinen Anlagen (64 bis 128 KB) gerechnet werden kann.

Die Reihe der Modellexperimente wird angeführt von den Sensitivitätsanalysen, mit denen die Empfindlichkeit der Modellergebnisse in bezug auf Veränderungen von Daten untersucht werden. Dabei zeigt sich, daß mit Ausnahme

der Produktionsdauer von den time lags nur geringe Wirkungen auf das Wachstum ausgehen, während die Empfindlichkeit bei einer Änderung von Kostensätzen ungleich höher ist.

Mit der quantitativen Analyse von Zielinterdependenzen befaßt sich eines der wichtigsten Modellexperimente. Hier werden die gegenseitigen Beeinflussungen bei der Realisierung unterschiedlicher Zielniveaus bei den Zielen Wachstum, Unabhängigkeit/Sicherheit, Einkommen (aus ausgeschütteten Gewinnen) und Konkurrenzfähigkeit (ausgedrückt durch die Preissteigerungen bei den Produkten) sichtbar gemacht. Die Ziele selbst sind dabei relativ formuliert (als Wachstumsrate, marginales Finanzierungsverhältnis, Gewinnausschüttungssatz und Preissteigerungsraten), wodurch sie zeitunabhängig werden. Die Darstellung des vierdimensionalen Zielsystems in Form von Nomogrammen läßt nicht nur gleichgewichtige Zielkombinationen erkennen (d.h. solche Kombinationen der übrigen drei Zielniveaus, bei denen das Wachstumsziel unverändert bleibt), sie gibt auch die unterschiedlichen Austauschraten zwischen den Zielen wieder. Bei gegebenen Preissteigerungen auf der Faktorseite machen die Nomogramme insbesondere deutlich, welcher Einfluß von der Überwälzbarkeit der Preissteigerungen auf das Wachstum der Unternehmung ausgehen und welche Rolle dabei finanzpolitische Anpassungsmaßnahmen (Verschuldung, Gewinnausschüttung) spielen. Die Wirkungen der Gewinnversteuerung manifestieren sich nicht nur in einem (vom Ausschüttungssatz abhängigen) Misch-Körperschaftsteuersatz mit einer entsprechenden Auswirkung auf die Austauschrelationen der Ziele, sie treten auch durch die Versteuerung von Scheingewinnen wachstumshemmend in Erscheinung. Die zeitinvariante Formulierung des Zielsystems liefert die Grundlage für die Zielsequenzplanung.

Im Anschluß an die Zielplanung werden einige Beispiele zur Planung von Strategien vorgestellt. Es kann sich hier sowohl um "unbedingte" als auch "bedingte" Strategien handeln. Bei den unbedingten Strategien werden Auswirkungen einzelner Maßnahmen auf einige oder alle Größen der betrieblichen Teilbereiche untersucht, d.h. es werden die Konsequenzen dieser Entschei-

dungen anhand der Projektionsbilanzen über die ganze Planungsperiode hinweg verfolgt. Beispiele aus der Finanzplanung sind die Wirkungen des Gewinnausschüttungssatzes auf die Umsatzentwicklung sowie Preis- und Bewertungspolitiken. Bedingte Strategien sind demgegenüber durch "eingebaute" Entscheidungen gekennzeichnet, die beim Eintreffen bestimmter Bedingungen ausgelöst werden. Experimente dieser Art werden demonstriert anhand von erreichten Absatzgrenzen (Maßnahme: Produktionsdrosselung) und ausgeschöpften Gebäudekapazitäten (Maßnahme: Vergrößerung in einem bestimmten Umfang); sie zeigen eine Möglichkeit auf, wie durch Simulation von Verhaltensweisen zukünftige planmäßige oder außerplanmäßige Entscheidungssituationen bewältigt werden können. Eine dritte Art von Modellexperimenten beschäftigt sich mit sogenannten "exogenen" Modelleingriffen, bei denen "von außen" gezielt in die projizierte Entwicklung eingegriffen wird. Ein typisches Beispiel dafür stellt die Erhöhung des Eigenkapitals zu einem bestimmten Zeitpunkt dar. Von besonderem Interesse ist hier das Studium von Übergangsprozessen (von einem Gleichgewichtszustand zum anderen), die sich in der Zeit vollziehen und einen Eindruck vom Systemverhalten vermitteln.

Die ausgewählten Modellexperimente sind noch relativ einfach gehalten, zeigen aber doch eine sehr vielseitige Verwendbarkeit des Modells. Im praktischen Anwendungsfalle wird es für eine spezifische Problemstellung zumeist nützlich sein, das Modell in der gewünschten Richtung noch mehr auszubauen und zu verfeinern. Ein Modell, das alles kann und für alle Zwecke dienlich ist, wird es wohl nie geben; ein flexibles Modellkonzept wie das vorliegende kann aber dazu beitragen, für eine große Zahl vielschichtiger, langfristiger und bedeutsamer Entscheidungen eine fundierte Entscheidungshilfe zu geben.

Mit dem Abriß des Modellaufbaus und der Modellexperimente stellt sich die Frage, in welcher Weise das Modell weiterentwickelt werden könnte. Abgesehen von der eben erwähnten Detaillierung für spezielle Problemstellungen könnte an eine Reduzierung des noch sehr hohen Aggregationsgrades gedacht werden, wodurch das Modell zunehmend für kürzere Planungszeiträume einsatzfähig wäre. Damit einhergehen müßte eine systematische Integration mit

dem Rechnungswesen und der betrieblichen Datenbank, um einerseits schnell Daten bereitstellen zu können und um andererseits die Kontrollen und Abweichungsanalysen zu verbessern. Eine inhaltlich bedeutsame Ausweitung des Modells könnte auch darin gesehen werden, daß andere betriebliche Teilbereiche (Produktion, Vertrieb) stärker detailliert werden, damit nicht nur überwiegend finanzwirtschaftliche Entscheidungen untermauert werden können. In jedem Fall muß die Weiterentwicklung in ständiger Zusammenarbeit mit dem Management erfolgen um der Gefahr zu entgehen, daß das Modell ein Eigenleben entfaltet. Nur dann ist auch die Grundlage für ein Verständnis gegeben, welche Voraussetzung für das Vertrauen in das Modell ist und dem Modell erst zu seiner Funktion als Entscheidungshilfe verhilft. Die relativ einfache Konstruktion der "Bausteine" eines Simulationsmodells läßt gerade diesen so wichtigen Kontakt realisierbar erscheinen.

9. Anhang

90. Verzeichnis der Variablennamen

α - Materiallagerdauer (time lag) (auch: Gewichtungsfaktor bei exponentieller Glättung)

β - Produktionsdauer (time lag)

γ - Fertigfabrikate-Lagerdauer (time lag)

δ - Transformationsdauer der Forderungen in Einzahlungen (time lag)

ε - Transformationsdauer der Verbindlichkeiten aus Anlagenbezug in Auszahlungen (time lag)

η - Transformationsdauer der Verbindlichkeiten aus Rohstoffbezug in Auszahlungen (time lag)

λ - Handelswaren-Lagerdauer (time lag)

ρ - Materialbedarfskoeffizient

σ - Kapazitätsaufteilungskoeffizient

π - Faktor der Produktivitätssteigerung

A - Produktionskapazität, gemessen in Standardarbeitsstunden der Fertigung

AAEI - Anteil der aktivierten Eigenleistungen an den (Maschinen-) Investitionen

AAVK - Anteilsatz des (maschinellen) Anlagenverkaufs

AB - Konto Anzahlungen auf Anlagen im Bau

ABSA - Absatz

ABZUGN - Konto Anlagen im Bau, Zugang netto

AG - Absatzgrenze

AHWU - Anteil der Handelswaren am Umsatz

AKAP - Gebäudekapazität, ausgedrückt in Arbeitsstunden

AKTEIGL - Konto aktivierte Eigenleistungen

AMAE - Materialanteil bei aktivierten Eigenleistungen

AN - Konto geleistete Anzahlungen

ANSA - Anzahlungssatz (maschinelle Anlagen)

ANSU - Anzahlungssatz Umsatz

ANZUGN - Konto geleistete Anzahlungen, Zugang netto

AOEWBA - a.o. Ertrag aus der Auflösung von Wertberichtigungen

APS - Arbeitszeit pro Stück (fiktive Einheit)

ASB - Ausschüttungssatz vom Bruttogewinn

ASGK - Aufteilungssatz beim Gemeinkostenblock

ASN - Ausschüttungssatz beim Nettogewinn

ASRS - Auflösungssatz bei Rückstellungen

B - Vektor der Basisbestandsgrößen

BG - Konto Bilanzgewinn

BS - Bilanzsumme

BWNZ - Buchwert-Nettozugang (bei Maschinen)

DESINV - Desinvestition

DIENST - Dienstleistungen (Kosten)

DLS - Dienstleistungssatz

DMKS - durchschnittlicher Materialkostensatz

DQ - Abschreibungsquote

DS - Abschreibungssatz (Maschinen), degressiv

EA - Konto erhaltene Anzahlungen

EAZUGN - Konto erhaltene Anzahlungen, Zugang netto

EIGG - Vektor der Erweiterungsinvestitionen in Grundstücke und Gebäude

EIS - Erweiterungsinvestitionssatz (Maschinen)

EISGG - Erweiterungsinvestitionssatz (Grundst., Gebäude)

EK - Konto Eigenkapital

EKE - (Entscheidungs-) Vektor der Eigenkapitalerhöhung

EKERVA - Konto Eigenkapitalerhöhung von außen

EKP - Einzelkosten der Produktion

ENERG - Energiekosten

ENS - Energiesatz

ERB - Eigenkapitalrendite brutto

ERN - Eigenkapitalrendite netto

EWGA - Summe der auf das Ende der Planungsperiode diskontierten Gewinnausschüttungen (Endwert)

FA - Konto Finanzanlagen

FAES - Finanzanlagenertragssatz

FAINVN - Konto Finanzanlagen, Investition netto

FAK - Vektor für Finanzanlagenkäufe

FAS - Forderungsausfallsatz

FAV - Vektor für Finanzanlagenverkäufe

FF - Konto Fertigfabrikate

FFS - Faktor der finanziellen Sicherheit

FFZUN - Fertigfabrikatezugang (netto)

FFZUGN - Konto Fertigfabrikatezugang netto

FINV - Fremdinvestition (von außen bezogen, im Gegensatz zu Eigenleistungen)

FLA - Fertigungslohnanteil bei aktivierten Eigenleistungen

FLB - Fertigfabrikatelagerbestand

FLS - Fertigungslohnsatz

FO - Konto Forderungen

FOZUGN - Konto Forderungen Zugang netto

FVD - Finanzierungsverhältnis durchschnittlich

FVM - Finanzierungsverhältnis marginal

GA - Gewinnausschüttung

GE - Gewerbeertrag

GEF - Gewerbeertragsfaktor

GESS - Gewerbeertragssteuersatz

GEST - Gewerbeertragsteuer

GEWAUS - Konto Gewinnausschüttung

GEWKST - Gewerbekapitalsteuer

GG - Konto Grundstücke und Gebäude

GGABVRL - Konto Abschreibungen und Verluste bei Grundstücken und Gebäuden

GGDESI - Konto Desinvestition bei Grundstücken und Gebäuden

GGINV - Konto Investition bei Grundstücken und Gebäuden

GK - Gemeinkosten

GKAAE - Gemeinkostenanteil bei aktivierten Eigenleistungen

GKMAT - Gemeinkostenmaterial

GKMS - Gemeinkostenmaterialsatz

GKP - Gemeinkosten der Produktion (Material-, Fertigungs-, Entwicklungsgemeinkosten)

GKSTS - Gewerbekapitalsteuersatz

GNST - Gewinn nach Steuer

GSAV - Gewinnsatz Anlagenverkauf

GSHW - Gewinnsatz Handelswaren

GST - Gewinnsteuern

GSTS - Gewinnsteuersatz (umfaßt Körperschaft- und Gewerbeertragsteuer)

GVST - Gewinn vor Steuer

HF - Konto Halbfabrikate

HFZUGN - Konto Halbfabrikatezugang netto

HFZUN - Halbfabrikatezugang (netto)

HWZUGN - Konto Handelswaren Zugang netto

HW - Konto Handelswaren

KST - Körperschaftsteuer

KV - Konto kurzfristige Verbindlichkeiten

KVTILG - Konto Tilgung kurzfristiger Verbindlichkeiten

KVZUGB - Konto kurzfristige Verbindlichkeiten Zugang brutto

INV - Investitionen in Maschinen

LINV - liquiditätsmäßig zulässige Investitionen (in Maschinen)

LV - Konto langfristige Verbindlichkeiten

LVTILG - Konto Tilgung langfristiger Verbindlichkeiten

LVZUGN - Konto langfristige Verbindlichkeiten Zugang brutto

MA - Konto Maschinen / maschinelle Anlagen

MAABVRL - Konto Abschreibungen und Verluste bei Maschinen/ maschinelle Anlagen

MADESI - Konto Desinvestition bei Maschinen / maschinelle Anlagen

MAINV - Konto Investition bei Maschinen / maschinelle Anlagen

MFVD - maximales durchschnittliches Finanzierungsverhältnis

MKS - Materialkostensatz

MLB - Materiallagerbestand

NAHW - Konto neutraler Aufwand für Handelswaren

NEFA - Konto neutraler Ertrag aus Finanzanlagen

NEHW - neutraler Ertrag aus dem Verkauf von Handelswaren

NEHWVK - Konto neutraler Ertrag aus dem Verkauf von Handelswaren

NEMAVK - Konto neutraler Ertrag aus dem Verkauf von Maschinen

NINV - Nettoinvestition

PERGEW - Konto Periodengewinn

PERSAUF - Konto Personalaufwand

PERSGK - Personalgemeinkosten

PGKS - Personalgemeinkostensatz

PII - Preisindex Investitionen

PIL - Preisindex Löhne und Gehälter

PIM - Preisindex Material

PIP - Preisindex Produkte

PP - Produktpreis

PSRI - Preissteigerungsrate bei den Investitionsgütern

PSRL - Preissteigerungsrate bei den Löhnen und Gehältern

PSRM - Preissteigerungsrate bei Material

PSRP - Preissteigerungsrate (Verkaufs-) Produkt

RA - Regelabweichung (beim Liquiditätsregelkreis)

RAAS - Satz für aktive Rechnungsabgrenzung

RAPS - Satz für passive Rechnungsabgrenzung

RO - Konto Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe

ROAUFWD - Konto Aufwand für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe

ROZUGN - Konto Rohstoffzugang netto

ROZUN - Rohstoffzugang (netto)

RSZUGN - Konto Rückstellungen Zugang netto

RS - Konto Rückstellungen

RSS - Rückstellungssatz

RUECKST - Konto Rückstellungen

S - Matrix der Basisstromgrößen

SA - Körperschaftsteuersatz für ausgeschüttete Gewinne

SE - Körperschaftsteuersatz für einbehaltene Gewinne

SF - Selbstfinanzierung

SHS - Hebesatz bei der Gewerbeertragsteuer

SMZ - Meßzahl bei der Gewerbeertragsteuer

STEU - Steuern

SOAUF - Sonstige Aufwendungen

SOAUFWD - Konto sonstige Aufwendungen

STEUERN - Konto Steuern

SU - Konto sonstiges Umlaufvermögen

SUERT - Summe der Erträge (Erfolgsrechnung)

SUZUGN - Konto sonstiges Umlaufvermögen Zugang netto

SV - Konto sonstige Verbindlichkeiten

SVZUGN - Konto sonstige Verbindlichkeiten Zugang netto

TSLV - Tilgungssatz bei langfristigen Verbindlichkeiten

U - Einkaufsmenge (Rohstoffe)

UF1 - Übertragungsfaktor beim Preisregelkreis I

UF 2 - Übertragungsfaktor beim Preisregelkreis II

UK - Umbuchungskonto

UMS - Umsatz

UMSATZ - Konto Umsatz

URB - Umsatzrendite brutto

URN - Umsatzrendite netto

v - Verbrauchsmenge (Rohstoffe)

VERMST - Vermögensteuer

VL - Konto Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen

VLZUGN - Konto Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen Zugang netto

VSTS - Vermögensteuersatz

$W_{endogen}$ - endogene Wachstumsrate

W_{exogen} - exogene Wachstumsrate

WB - Konto Wertberichtigung

WBZUGN - Konto Wertberichtigung Zugang netto

WBS - Wertberichtigungssatz

WR - reale Wachstumsrate (endogen oder exogen)

WRK - Wachstumsrate der (Gebäude-) Kapazität

x - Anzahl der Anfangsprodukte (in der Produktion)

y - Anzahl der Fertigprodukte

z - Anzahl der verkauften Einheiten

ZINSAU - Zinsaufwand

ZINSAUF - Konto Zinsaufwand

ZINSER - Zinsertrag

ZINSERT - Konto Zinsertrag

ZM - Konto Zahlungsmittel

ZMZUGN - Konto Zahlungsmittel Zugang netto

ZSK - Zinssatz bei kurzfristigen Verbindlichkeiten

ZSL - Zinssatz bei langfristigen Verbindlichkeiten

ZSZM - (Haben-) Zinssatz Kto. Zahlungsmittel

```
C
C     SIMULATIONSMODELL 12
C
C
      DIMENSION S(22,22),TM1S(22,22),B(22),SS(22),H(22),XB(22)
      DIMENSION VM(20),HM(20),AUF(10),EPT(10)
      DIMENSION ZB(22,40),ZHM(11,40),ZVM(15,40),ZAUF(10,40),ZERT(10,40)
      DIMENSION ZWP(40),ZWGP(40),ZDWGP(40),ZV(40),ZX(40),ZY(40),ZZ(40)
      DIMENSION VWG(20),D(40),EKE(41),XX(40),ZFVD(40),ZUGR(40),ZPP(40)
      DIMENSION TEXBI(22),X1(20),Y1(20),ZUNGR(40),ZU(40)
      DIMENSION ZEKRB(40),ZEKRN(40),ZA(40),ZFVM(40),XFVM(6)
      DIMENSION ZPIM(40),ZPII(40),ZPIL(40),ZUMS(40)
      DIMENSION ANS(3),C(3,4)
      COMMON BETA,GAMA,SIGMA1,SIGMA2,SIGMA3,A,APS,Z
      INTEGER T,T1,T2,T3,TT
      REAL*8 TEXBB1(11),TEXBB2(15),TEXER1(10),TEXER2(10)
      REAL INV,INVX,LAMDA,LINV,MLB,MKS
      DATA ALFA,DLTA,EPSI,ETA,LAMDA,RHO/.8,.3,.16,.33,1.,.1/
      DATA XFLS,XPP,XEIS,XEISGG/7.,100000.,44.,88./
      DATA XPGKS,XGKMS,XDLS,XENS,XMKS/32.,7.,14.,5.,20000./
      DATA AHWU,GEWHW,GPSAV,RSS,DSGG/.03,.35,.01,.001,.011/
      DATA ALFA1,ALFA2,ALFA3,ANSA,ANSU,DS,WBS/.2,.2,.1,.33,.15,.068,.05
      DATA SE,SA,SMZ,SHS,VSTS,GKSTS/.51,.15,5.,3.,.01,.002/
      DATA FLA,GKAAE,AMAE,AAEI,ASGK,AAVK/.1,.3,.6,.1,.8,.01/
      DATA PSRM,PSBL,PSRI/0.01,0.02,0.015/
      DATA FVM,ASN,TSLV,ZSGA,ZS/1.,.5,.025,.015,.02/
      DATA UF1, UF2, UF3/2000.,400000.,2./
      PI = 0.0025
      PI = 0.0
      PSRP = 0.015
      PSRP = 0.0145
      READ (5,13) TEXBI,TEXBB1,TEXBB2,TEXER1,TEXER2
   13 FORMAT(20A4/2A4/10A8/1A8/10A8/5A8/10A8/10A8)
      READ (5,2) XA,XABSA,BETA,GAMA,APS,SIGMA1,SIGMA2,SIGMA3,
     1   (XB(I),I=1,22)
    2 FORMAT (9F10.0/(7F10.0))
C        JE=1 AUSDRUCK DER JAHRESERGEBNISSE, JE=0 QUARTALSERGEBNISSE
      JE = 0
      JE = 1
C        ITW=0 DURCHSCHNITTSBEW., ITW=1 TAGESWERT RO
      ITW = 1
      ITW = 0
C        JGA=1 JAEHRL. GEWINNAUSSCH., JGA=0 QUARTALSWEISE
      JGA = 1
      JGA = 0
C        IPS=0 OHNE PREISSTEIGERUNG, IPS=1 MIT PREISSTEIGERUNG
      IPS = 0
      IPS = 1
C        IGG=1 GEBINV DISKRET, IGG=0  GEBINV STETIG
      IGG = 1
      IGG = 0
C        EWR=0.0 ENDOGENES WACHSTUM, EWR>0 EXOGENES WACHSTUM
      EWR = 0.0
      EWR = 0.004
C        LNP=1 LIQUIDITAETSNEUTRALE PREISPOLITIK, LNP=0 ERFOLGSNEUTRALE
      LNP = 1
      LNP = 0
      X1(1) = 1.
```

```
      X1(2) = 1.
      X1(3)=2.
       X1(4)=2.
      X1(5)=3.
      X1(6)=3.
      X1(7)=4.
      X1(8)=4.
      X1(9)=5.
      X1(10)=5.
      X1(11)=6.
      X1(12)=6.
      X1(13)=1.
      X1(14)=1.
      X1(15)=6.
      X1(16)=6.
      X1(17)=1.
      X1(18)=1.
      X1(19)=6.
      Y1(1)=0.
      Y1(2)=3.
      Y1(3)=3.
      Y1(4)=0.
      Y1(5)=0.
      Y1(6)=3.
      Y1(7)=3.
      Y1(8)=0.
      Y1(9)=0.
      Y1(10)=3.
      Y1(11)=3.
      Y1(12)=0.
      Y1(13)=0.
      Y1(14)=1.
      Y1(15)=1.
      Y1(16)=2.
      Y1(17)=2.
      Y1(18)=3.
      Y1(19)=3.
      DO 601 I=1,6
  601 XX(I) = FLOAT(I)
C
C     VARIATIONSSCHLEIFEN
C
      KV1 = 3
      JV1 = 3
      IV1=6
      DO 700 KV = 1,KV1
      CALL FRAME (1.0,0.0,12.0,3.0)
      CALL PLOTL(X1,Y1,19)
      PSRP = 0.014
      DO 500 JV = 1,JV1
      ASN = 1.0
      DO 300 IV = 1,IV1
      XKS = XMKS
      FLS = XFLS
      EIS = XEIS
      EISGG = XFISGG
      PGKS = XPGKS
      GKMS = XGKMS
```

```
      DLS = XDLS
      ENS = XENS
      PP = XPP
      A = XA
      ABSA = XABSA
      DO 6 I=1,22
    6 B(I) = XB(I)
      EWGA = 0.0
      DWG=0.0
      DO 1 I=1,22
      DO 1 J=1,22
    1 S(I,J)=0.0
      DO 11 I=1,20
   11 VWG(I) = 0.0
      DO 14 I=1,40
      EKE(I)=0.0
   14 D(I) = 0.0
      T1 = 1
      IF (JE.EQ.1) T1 = 4
      IQART = T1
      JQART = 4
C
C     STARTBEDINGUNGEN
C
      WRK = 0.1
      AKAP = 275000.
      UGR = 9.5
      SUGR = 9.6
      STEU = (VSTS+GKSTS)*B(13) + B(21)*2.
      SB11 = B(11)
      MLB = B(5)/MKS
      Z=ABSA/PP
      W = 0.01
      XTM1 = 253.6
      X = 256.0
      Y = 251.6
      V = RHO*XTM1 + (1.-RHO)*X          <-- (CALL NONLIN)
      WG=W
      SWG = WG
      PIM = 100.
      PII = 100.
      PIL = 100.
      INV=B(2)
      INVX = (1.+W)*DS*INV
      ABSAX = (1.+W)*ABSA
      S(2,21)=AAEI*INVX
      FINVX=INVX-S(2,21)
      S(3,11)=ANSA*FINVX
      S(2,17)=FINVX-S(3,11)
      S(8,17)=AHWU*ABSA
      S(21,5) = RHO*MKS*XTM1 + (1.-RHO)*MKS*X + AMAE*S(2,21)
      S(5,17) = S(21,5) + ALFA*(S(21,5)-MKS*XTM1-AMAE*S(2,21))
      ROZUN=S(5,17)-S(21,5)
      S(21,1) = 240000.
      S(21,2) = 740000.
      FL = FLS*A + FLA*S(2,21)
      PERSGK = PGKS*A
      GKMAT = GKMS*A
```

```
      DIENST = DLS*A
      ENERG = ENS*A
      GEWKST = GKSTS*B(13)
      ZINSAU = ZS*B(16) + ZS*B(18)
      GK = PERSGK+GKMAT+DIENST+ENERG+GEWKST+ZINSAU+S(21,1)+S(21,2)
      GKP = ASGK*GK
      GKPM = GKP-GKAAE*S(2,21)
      EKP = S(21,5) + FL
      S(6,21) = EKP + GKPM
      S(21,6) = S(6,21)*Y/X
      HFZUN=S(6,21)-S(21,6)
      S(7,21) = S(21,6)
      S(21,7) = S(7,21)*Z/Y
      FFZUN=S(7,21)-S(21,7)
      S(21,8) = S(8,17)
      ANSU = B(19)/ABSA
      S(11,19)=ANSU*ABSA
      DLTAS = B(10)/(ABSA-B(19))
      S(10,21) = B(10)/DLTAS
      WBSS = B(14)/B(10)
      S(21,14) = WBSS*B(10)
      S(21,15)=PSS*ABSA
      IF(IV.GT.1) GO TO 24
      IF (IPS.EQ.1) WRITE (6,23)
   23 FORMAT (1H1,110('*')///10X, 'VARIANTE MIT PREISSTEIGERUNG'///110
     1   ('*')///)
      WRITE (6,3) A,ABSA,BETA,GAMA,APS,SIGMA1,SIGMA2,SIGMA3,B,ROZUN,
     1   HFZUN,FFZUN,W,XTM1,X,Y,Z
    3 FORMAT (1HC,3X,'EINGABEDATEN UND STARTWERTE',//3X,8F10.0//2(3X,11F
     1   10.0/)/3X,3F10.0//3X,F10.4,4F10.2//)
      IF (T1.EQ.4) WRITE (6,33)
   33 FORMAT (////1X,20('*'), 5X, 'JAHRESBILANZEN'///)
   24 CONTINUE
C
C     PROJEKTIONSSYSTEM
C
      DO 130 T=1,30
      DO 5 I=1,21
      DO 5 J=1,21
    5 TM1S(I,J)=S(I,J)
      ZUMS(T) = ABSA/1000.
      VTM1 = V
      XTM2=XTM1
      XTM1=X
      YTM1=Y
      SWG = SWG*(1.+WG)
      SUGR = SUGR*(1.+WG/2.)
      SB11 = (1.+WG)*SB11
      STEU = (1.+WG)*STEU
      S(2,21) = (1.+WG)*TM1S(2,21)
      PIM = PIM*(1.+PSRM)
      PII = PII*(1.+PSRI)
      PIL = PIL*(1.+PSRL)
      IF(IPS.EQ.1) MKS = (1.+PSRM)*MKS
      IF(IPS.EQ.1) FLS=(1.+PSRL)*FLS
      IF(IPS.EQ.1) EIS=(1.+PSRI)*EIS
      IF (IPS.EQ.1) EISGG=(1.+PSRI)*EISGG
      IF(IPS.EQ.1) PGKS=(1.+PSRL)*PGKS
```

```
FAN IV G LEVEL  18                    MAIN                DATE = 72068          15/36/
                IF(IPS.EQ.1) GKMS=(1.+PSRM)*GKMS
                IF(IPS.EQ.1) DLS=(1.+PSRM)*DLS
                IF(IPS.EQ.1) ENS=(1.+PSRM)*ENS
                IF(IPS.EQ.1.AND.EWR.EQ.0.0.AND.LNP.EQ.0) PP=PP+UF1*(SUGR-UGR)
                IF(IPS.EQ.1.AND.EWR.EQ.0.0.AND.LNP.EQ.1) PP=PP+UF2*(SWG-WG)
                IF (IPS.EQ.1.AND.EWR.GT.0.0) PP = (1.+PSRP)*PP
        C          BESCHAFFUNG, PRODUKTION UND ABSATZ
                A=(1.+WG)*A
                APS = (1.-PI)*APS
                X = (A-SIGMA2*APS*XTM1-SIGMA3*APS*XTM2)/(SIGMA1*APS)
                Y = (BETA-1.)*XTM2 + (2.-BETA)*XTM1
                Z=GAMA*YTM1+(1.-GAMA)*Y
                V = RHO*XTM1 + (1.-RHO)*X
                U = (1.+ALFA)*V - ALFA*VTM1
                S(5,17) = MKS*U + AMAE*S(2,21)
                DMKS = (B(5) + S(5,17))/(MLB+U)
                S(21,5) = DMKS*V + AMAE*S(2,21)
                IF (ITW.EQ.1) S(21,5) = MKS*V + AMAE*S(2,21)
                MLB = MLB +U - V
                FL = FLS*A + FLA*S(2,21)
                PERSGK = PGKS*A
                GKMAT = GKMS*A
                DIENST = DLS*A
                ENERG = ENS*A
                GEWKST=GKSTS*B(13)
                ZINSAU = ZS*B(16) + ZS*B(18)
                GK = PERSGK+GKMAT+DIENST+ENERG+GEWKST+ZINSAU+S(21,1)+S(21,2)
                GKP = ASGK*GK
                GKPM = GKP-GKAAE*S(2,21)
                EKP = S(21,5) + FL
                S(6,21) = EKP + GKPM
                S(21,6) = S(6,21)*Y/X
                S(7,21) = S(21,6)
                S(21,7) = S(7,21)*Z/Y
                S(21,11) = STEU + ZINSAU + FL + PERSGK + GKMAT + DIENST + ENERG
                ABSA=PP*Z
                S(21,15)=RSS*ABSA
                S(15,11)=TM1S(21,15)
                S(21,14) = WBS*B(10)
                S(14,21) = TM1S(21,14)
                S(19,21)=TM1S(11,19)
                S(10,21)=ABSA-S(19,21)
                ABSAX=ALFA1*ABSA+(1.-ALFA1)*ABSAX
                S(11,19)=ANSU*ABSAX
                S(11,13)=EKE(T)
                S(11,10)=DLTA*TM1S(10,21)+(1.-DLTA)*S(10,21)
                S(11,2)=AAVK*B(2)
                NEMAV = GPSAV*S(11,2)
                S(21,8) = AHWU*ABSA
                S(8,17) = S(21,8) + LAMDA*(S(21,8)-TM1S(21,8))
                NEHW = (1.+GEWHW)*S(21,8)
                S(11,21) = NEMAV + NEHW
        C          ABSCHREIBUNGEN, GEWINNVERTEILUNG, FREMDKAPITAL
                S(21,1)=DSGG*B(1)
                S(1,11) = S(21,1) + EISGG*WG*A
                IF(IPS.EQ.1) S(1,11) = S(21,1)*PII/100. + EISGG*WG*A
                IF (IGG.EQ.0) GO TO 90
                IF(IPS.EQ.1)S(1,11) = S(21,1)*PII/100.
```

```
      S(1,11) = S(21,1)
      IF (A.LT.AKAP) GO TO 90
      S(1,11) = S(21,1) + WRK*AKAP*EISGG
      IF(IPS.EQ.1) S(1,11) =S(21,1)*PII/100. + WRK*AKAP*EISGG
      AKAP = (1.+WRK)*AKAP
      WRITE (6,91) T
   91 FORMAT (///,1X,30('*'),'GEBAEUDEINVESTITION IN PERIODE',I3)
   90 CONTINUE
      BWNZ=INV-S(11,2)
      DEP=DS*BWNZ
      S(21,2)=DEP
      IF(T-1.EQ.0.0) GO TO 9
      M=T-1
      DO 8 K=1,M
      D(K)=(1.-DS)*D(K)
    8 S(21,2)=S(21,2)+D(K)
    9 D(T)=DEP
      S(21,22) = 0.0
      IF (JGA.EQ.0) S(21,22) = B(21)
      IF (JGA.EQ.1.AND.JQART.EQ.4) S(21,22) = B(21)
      IF(S(21,22).LT.0.0) S(21,22)=0.0
      IF (JQART.EQ.4) JQART = 0
      JQART = JQART + 1
      S(22,13)=S(21,22)
      S(13,11)=ASN*S(22,13)
      SF = S(22,13) - S(13,11) + 1.
      S(16,11)=TSLV*B(16)
      S(11,16) = FVM*SF + S(16,11)
C        LRK II
      EINZ = B(11) - SB11
      AUSZ = 0.0
      DO 15 J=1,21
      AUSZ = AUSZ + S(J,11)
   15 EINZ = EINZ + S(11,J)
      AUSZ1 = AUSZ - S(3,11) - S(17,11)
      AUSZ2 = EPSI*TM1S(2,17) + ETA*(TM1S(5,17)+TM1S(8,17)) +
     1   (1.-ETA)*(S(5,17)+S(8,17))
      AUSZ3 = (1.-EPSI+ANSA*ALFA2)*S(2,21)
      AUSZ4 = ANSA*FINVX*(ALFA2-EPSI)
      LINV=(EINZ-AUSZ1-AUSZ2+AUSZ3+AUSZ4)/(1.-EPSI+ANSA*ALFA2)
      DESINV=S(21,2)+S(11,2)
      NN = 10
      IF (IPS.EQ.1) DESINV=(1.+PSRI)**NN*DESINV
      W = (LINV-DESINV)/(EIS*A)
C        GLAETTUNG VON W
      N1=8
      M1=N1-1
      DO 20 I=1,M1
      J=M1-I+2
      K=J-1
   20 VWG(J)=VWG(K)
      VWG(1)=WG
      SUMWG=0.0
      DO 25 I=1,N1
   25 SUMWG = SUMWG+VWG(I)
      DWG = SUMWG/AMINO(N1,T)
      WG = ALFA3*W + (1.-ALFA3)*DWG
      IF(WG.LE.0.0) WG=0.0
```

```
                IF (EWR.GT.0.0) WG=EWR
                INV = DESINV + WG*EIS*A
                S(2,21)=AAEI*INV
                FINV=INV-S(2,21)
                S(2,17)=FINV-TM1S(3,11)
                S(17,11)=EPSI*TM1S(2,17)+(1.-EPSI)*S(2,17)+ETA*TM1S(5,17)+(1.-
               1ETA)*S(5,17)+ETA*TM1S(8,17)+(1.-ETA)*S(8,17)
                FINVX=ALFA2*FINV + (1.-ALFA2)*FINVX
                S(2,3)=TM1S(3,11)
                S(3,11)=ANSA*FINVX
          C        STEUER UND GEWINN
                GVST=0.0
                S(21,11) = S(21,11) - STEU
                DO 10 I=1,20
           10   GVST = GVST + S(I,21) - S(21,I)
                GESS=(SMZ*SHS)/(100.+SMZ*SHS)
                ASB=(ASN*(1.-SE)*(1.-GESS))/(1.-ASN*(SE-SA))
                GSTS=ASB*(SA-SE)+GESS*(1.-SE)+SE
                GST=GSTS*GVST
                IF(GST.LT.0.0) GST=0.0
                VERMST=VSTS*B(13)
                STEU = GST + VERMST + GEWKST
                S(21,11) = S(21,11) + STEU
          C        LRK I
                IF (EWR.EQ.0.0) GO TO 16
                ZMD = SB11 - B(11) + S(11,16)
                DO 17 J = 1,21
           17   ZMD = ZMD + S(J,11) - S(11,J)
                S(11,16) = ZMD
                FVM = (S(11,16)-S(16,11))/SF
           16    CONTINUE
          C
          C     FORTSCHREIBUNG UND BILANZ
          C
                DO 35 I=13,21
           35   B(I)=-B(I)
                DO 40 I=1,22
                DO 40 J=1,22
           40   B(I)=B(I)+S(I,J)-S(J,I)
                B(22)=0.0
                DO 41 I=1,21
                IF(B(I).LT.0.0) GO TO 41
                B(22)=B(22)+B(I)
           41   CONTINUE
                DO 45 I=13,21
           45   B(I)=-B(I)
          C
          C     BEWEGUNGSBILANZ
          C
                IF (IQART.NE.T1) GO TO 50
                IQART = 0
                DO 81 I=1,20
                HM(I) = 0.0
           81   VM(I) =0.0
                DO 82 I=1,10
                AUF(I) = 0.0
           82   ERT(I) = 0.0
                WP = 0.0
```

```
      WGP = 0.0
   50 CONTINUE
      DO 46 I=1,21
      SS(I)=0.0
      DO 46 J=1,21
   46 SS(I)=SS(I)+S(I,J)
      DO 47 J=1,21
      H(J)=0.0
      DO 47 I=1,21
   47 H(J)=H(J)+S(I,J)
      VM(1) = VM(1) + SS(1)
      VM(2) = VM(2) + SS(2)
      DO 200 I=3,12
  200 VM(I) = VM(I) + SS(I) - H(I)
      VM(13) = VM(13) + SS(13)
      VM(14) = VM(14) + SS(16)
      VM(15) = VM(15) + SS(18)
      HM(1) = HM(1) + H(1)
      HM(2) = HM(2) + H(2)
      HM(3) = HM(3) + H(13)
      HM(4) = HM(4) + H(14) - SS(14)
      HM(5) = HM(5) + H(15) - SS(15)
      HM(6) = HM(6) + H(16)
      HM(7) = HM(7) + H(17) - SS(17)
      HM(8) = HM(8) + H(18)
      HM(9) = HM(9) + H(19) - SS(19)
      HM(10) = HM(10) + H(20) - SS(20)
      HM(11) = HM(11) + H(21) - SS(21)
C
C     ERFOLGSRECHNUNG
C
      AUF(1) = AUF(1) + S(21,1)
      AUF(2) = AUF(2) + S(21,2)
      AUF(3) = AUF(3) + S(21,5)
      AUF(4) = AUF(4) + FL + PERSGK
      AUF(5) = AUF(5) + ZINSAU
      AUF(6) = AUF(6) + STEU
      AUF(7) = AUF(7) + GKMAT+DIENST+ENERG
      AUF(8) = AUF(8) + S(21,8)
      AUF(9) = AUF(9) + S(21,14) + S(21,15)
      AUF(10) = HM(11)
      ERT(1) = ERT(1) + S(2,21)
      ERT(2) = ERT(2) + S(6,21) - S(21,6)
      ERT(3) = ERT(3) + S(7,21) - S(21,7)
      ERT(4) = ERT(4) + ABSA
      ERT(5) = ERT(5) + 0.0
      ERT(6) = ERT(6) + NEMAV
      ERT(8) = ERT(8) + NEHW
      ERT(9) = ERT(9) + S(14,21)
      ERT(10)=0.0
      DO 48 I=1,9
      IF(ERT(I).LT.0.0) GO TO 48
      ERT(10)=ERT(10)+ERT(I)
   48 CONTINUE
      IQART = IQART + 1
C
C     KOMMAVERSETZUNG/STATISTIK/ZEITREIHEN
C
```

```
      WP = WP + W*100.
      WGP = WGP + WG*100.
      DWGP=DWG*100.
      EWGA = EWGA + S(13,11)*(1.+ZSGA)**(40-T)
      SF=SF/1000.
      GKP=GKP/1000.
      ASBP=ASB*100.
      DO 60 I=1,22
      B(I)=B(I)/1000.
      ZB(I,T)=B(I)
      DO 60 J=1,22
   60 S(I,J)=S(I,J)/1000.
      DO 61 I=1,11
      HM(I)=HM(I)/1000.
   61 ZHM(I,T)=HM(I)
      DO 62 I=1,15
      VM(I)=VM(I)/1000.
   62 ZVM(I,T)=VM(I)
      DO 64 I=1,10
      AUF(I)=AUF(I)/1000.
      ZAUF(I,T)=AUF(I)
      ERT(I)=ERT(I)/1000.
   64 ZERT(I,T)=ERT(I)
      ZA(T) = A
      ZWP(T)=WP
      ZDWGP(T)=DWGP
      ZWGP(T)=WGP
      ZU(T) = U
      ZV(T) = V
      ZX(T)=X
      ZY(T)=Y
      ZZ(T)=Z
      ZFVM(T) = FVM
      ZFVD(T) = (B(22)-B(13)-B(21))/(B(13)+B(21))
      ZUGR(T) = GVST*100./ABSA
      GVST=GVST/1000.
      ZUNGF(T) = HM(11)*100./ERT(4)
      ZPP(T) = PP/1000.
      ZPIM(T) = PIM
      ZPII(T) = PII
      ZPIL(T) = PIL
      ZEKFB(T) = (AUF(6)+AUF(10))*100./B(13)
      ZEKFN(T) = HM(11)*100./B(13)
C
C     PERIODENOUTPUT
C
      TT=5
      TT = 1
      TT=0
      IF (T.GT.TT) GO TO 120
      WRITE (6,100) T
  100 FORMAT(1H1,2X,'ERGEBNIS PERIODE',I3//)
      WRITE (6,101)
  101 FORMAT (3X, 'STROMMATRIX'/)
      WRITE (6,102) ((S(I,J),J=1,22),I=1,22)
  102 FORMAT (22F6.0)
      WRITE (6,103)
  103 FORMAT (//3X,'BILANZ (AKTIVA/PASSIVA)'/)
```

```
      WRITE (6,104) (TEXBI(I),I=1,12), (B(I),I=1,12)
  104 FORMAT (10X,12(A4,6X)/1X,12F10.0//)
      WRITE (6,111) (TEXBI(I),I=13,22), (B(I),I=13,22)
  111 FORMAT (10X,10(A4,6X)/1X,10F10.0//)
      WRITE (6,105) (TEXBB1(I),I=1,11), (HM(I),I=1,11)
  105 FORMAT ( 3X,'BEWEGUNGSBILANZ (MITTELHERKUNFT/MITTELVERWENDUNG)'//
     1   3X,11A8//1X,11F8.0//)
      WRITE (6,106) (TEXBB2(I),I=1,15), (VM(I),I=1,15)
  106 FORMAT (3X,15A8//1X,15F8.0//)
      WRITE (6,114) (TEXER1(I),I=1,10), (AUF(I),I=1,10)
  114 FORMAT(3X,'ERFOLGSRECHNUNG (AUFWAND/ERTRAG)'//4X,10(A8,2X)
     1   //1X,10F10.0//)
      WRITE (6,115) (TEXER2(I),I=1,10), (ERT(I),I=1,10)
  115 FORMAT (4X,10(A8,2X)//1X,10F10.0//)
      WRITE(6,107)
  107 FORMAT(3X,'SONSTIGE DATEN'/)
      WRITE(6,108)
  108 FORMAT(7X,'WGP',9X,'V',9X,'X',9X,'Y',9X,'Z',6X,'ASBP',9X,'A',8X,
     1'SF',6X,'GVST',7X,'GKP')
      WRITE (6,109) WGP,WP,X,Y,Z,ASBP,A,SF,GVST,GKP,PP
  109 FORMAT(3X,6F10.2,5F10.0//)
  120 CONTINUE
      DO 70 I=1,22
      B(I)=B(I)*1000.
      DO 70 J=1,22
   70 S(I,J)=S(I,J)*1000.
      DO 71 I=1,15
      HM(I)=HM(I)*1000.
   71 VM(I)=VM(I)*1000.
      DO 72 I=1,10
      AUF(I)=AUF(I)*1000.
   72 ERT(I)=ERT(I)*1000.
  130 CONTINUE
      EWGA = EWGA/1000.
C
C     GESAMTOUTPUT
C
      IT1 = T1
      T2 = 10*IT1
      T3 = T1
  400 CONTINUE
      IF (IV1.GT.2) GO TO 404
      WRITE (6,131) T1,T2
  131 FORMAT(1H1,110('*')//30X,'GESAMTERGEBNIS DER PERIODEN',I3,' BIS',
     1   I3//110('*')////1X,'BILANZEN'//)
      DO 232 I=1,22
  232 WRITE (6,132) TEXBI(I), (ZB(I,T),T=T1,T2,T3)
  132 FORMAT (3X,A4,10F10.0/)
      WRITE (6,133)
  133 FORMAT(1H1,'BEWEGUNGSBILANZEN'//1X,'MITTELHERKUNFT'/)
      DO 234 I=1,11
  234 WRITE (6,134) TEXBB1(I), (ZHM(I,T),T=T1,T2,T3)
  134 FORMAT(4X,A8,10F10.0/)
      WRITE (6,135)
  135 FORMAT(/1X,'MITTELVERWENDUNG'/)
      DO 236 I=1,15
  236 WRITE (6,136) TEXBB2(I), (ZVM(I,T),T=T1,T2,T3)
  136 FORMAT(4X,A8,10F10.0/)
```

```
FN IV G LEVEL  18                MAIN                DATE = 72068          15/36/29
      WRITE (6,137)
  137 FORMAT(1H1,'ERFOLGSRECHNUNGEN'//1X,'AUFWAND'/)
      DO 238 I=1,10
  238 WRITE (6,138) TEXER1(I), (ZAUF(I,T),T=T1,T2,T3)
  138 FORMAT(4X,A8,10F10.0/)
      WRITE (6,139)
  139 FORMAT(/1X,'ERTRAG'/)
      DO 240 I=1,10
  240 WRITE (6,140) TEXER2(I), (ZERT(I,T),T=T1,T2,T3)
  140 FORMAT(4X,A8,10F10.0/)
      WRITE (6,141) (ZA(T),T=T1,T2,T3),
     1   (ZWP(T),T=T1,T2,T3),(ZWGP(T),T=T1,T2,T3),
     2   (ZU(T),T=T1,T2,T3), (ZV(T),T=T1,T2,T3), (ZX(T),T=T1,T2,T3),
     3   (ZY(T),T=T1,T2,T3), (ZZ(T),T=T1,T2,T3),
     4   (ZFVM(T),T=T1,T2,T3), (ZFVD(T),T=T1,T2,T3),
     5   (ZUGR(T),T=T1,T2,T3),(ZUNGR(T),T=T1,T2,T3),(ZPP(T),T=T1,T2,T3),
     6   (ZPIM(T),T=T1,T2,T3),(ZPII(T),T=T1,T2,T3),(ZPIL(T),T=T1,T2,T3),
     7   (ZEKRB(T),T=T1,T2,T3),(ZEKRN(T),T=T1,T2,T3),
     8   EWGA
  141 FORMAT (1H1///9X,10F10.0//(9X,10F10.2/))
      IF (T2.GE.40) GO TO 303
      T1 = T1 + 10*IT1
      T2 = T2 + 10*IT1
      GO TO 400
  303 CONTINUE
  404 CONTINUE
      WRITE (6,606) EWR,PSRP,ASN,FVM
  606 FORMAT (/9X,'EWR =',F5.4,10X,'PSRP =',F6.4,10X,'ASN = ',F5.1,10X,
     1   'FVM = ',F6.3)
      XFVM(IV) = FVM
      ASN=ASN-0.2
  300 CONTINUE
      CALL PLOTQ (XX,XFVM,6)
      PSRP = PSRP + 0.001
  500 CONTINUE
      EWR = EWR + 0.004
  700 CONTINUE
      STOP
      END
```

Der vorstehenden Programmvariante liegt das Modellexperiment aus Abschnitt 611 (Zielinterdependenzen) zugrunde. Die nachfolgenden Unterprogramme zur Lösung eines nicht-linearen Gleichungssystems bei den Startbedingungen werden nur bei neuen Ausgangsdaten benötigt und dann an der auf S. 240 bezeichneten Stelle aufgerufen . In normalen Arbeitsläufen (wie in diesem) werden die Lösungen nur einmal errechnet und in den weiteren Läufen nicht mehr geändert, so daß die Lösungswerte gleich in das Hauptprogramm eingegeben werden können.

```
      SUBROUTINE MATINV(A,AINV,N)
      DIMENSION A(4,4),AINV(4,4),ASAVE(4,4)
C     INITIALISATION EN.
C     ASAVE=A.
C     AINV=DOUBLE ITS MATRIX.
      DO 21  I=1,N
      DO 20  J=1,N
      ASAVE(I,J)=A(I,J)
   20 AINV(I,J)=0.0
   21 AINV(I,I)=1.0
      NM1=N-1
      DO 13  I=1,NM1
      S=0.0
      DO 2  J=I,N
      R=ABS(ASAVE(J,I))
      IF(R-S)2,1,1
    1 S=R
      L=J
    2 CONTINUE
      IF(L-I) 3,7,3
    3 DO 4  J=I,N
      S=ASAVE(I,J)
      ASAVE(I,J)=ASAVE(L,J)
    4 ASAVE(L,J)=S
      DO 5 J=1,N
      S=AINV(I,J)
      AINV(I,J)=AINV(L,J)
    5 AINV(L,J)=S
    7 IF( ASAVE(I,I)) 8,1000,8
    8 IP1=I+1
      DO 13  J=IP1,N
      IF(ASAVE(J,I)) 9, 13 ,9
    9 S=ASAVE(J,I)/ASAVE(I,I)
      ASAVE(J,I)=0.0
      DO 10 K=IP1,N
   10 ASAVE(J,K)=ASAVE(J,K)-ASAVE(I,K)*S
      DO 12  K=1,N
   12 AINV(J,K)=AINV(J,K)-AINV(I,K)*S
   13 CONTINUE
      S=1.0/ASAVE(N,N)
      DO 17  K=1,N
      AINV(N,K)=AINV(N,K)*S
      DO 17  I=1,NM1
      KK=N-I
      DO 16  J=KK,NM1
   16 AINV(KK,K)=AINV(KK,K)-ASAVE(KK,J+1)*AINV(J+1,K)
   17 AINV(KK,K)=AINV(KK,K)/ASAVE(KK,KK)
      RETURN
 1000 WRITE (6,2000)
 2000 FORMAT(1HO/4X18HMATRIX A SINGULAR.//)
      RETURN
      END
```

```
IV G LEVEL  18                    NONLIN              DATE = 72076          10/35/
      SUBROUTINE NONLIN(X,N,ANS,ICONV,ITER,PREC,XCONTR)
C PROGRAM AUTHORS R.E.FUNDERLIC,J.M.RINZEL,CENTRAL DATA PROCESSING 4/65
C     INTEGER OUTPUT
      DIMENSION X(3,4),ANS(3),ANSIN(3),A(4,4),AINV(4,4),P(4),B(4),
     1XN   M(4),SKONTR(3)
C     DATA  OUTPUT /6  /
      ICONV=0
      NP1=N+1
      DO 1 J=1,NP1
      A(NP1,J)=1.0
    1 CALL EVAL(X(1,J),A(1,J))
      DO 4 J=1,NP1
      SUM =0.0
      DO 3 I=1,N
    3 SUM = SUM + ABS(A(I,J))
    4 XNORM(J)=SUM
      CALL MATINV(A,AINV,NP1)
      DO 5 I=1,N
    5 ANSIN(I) =X(I,NP1)
      DO 18 K=1,ITER
      XBNUM=0.0
      XBDEN=0.0
      DO 7 I=1,N
      ANS(I)=0.0
      DO 6 J=1,NP1
    6 ANS(I)  =  ANS(I)   + AINV(J,NP1)*X(I,J)
      XBNUM=XBNUM+(ANS(I)-ANSIN(I))**2
    7 XBDEN =XBDEN + ANS(I)**2
      ICONV=ICONV+1
      IF((XBNUM/XBDEN)- PREC )19,8,8
    8 DO 9 I=1,N
    9 ANSIN(I)=ANS(I)
      BIGNOR =0.0
      DO 11 J=1,NP1
      IF(XNORM(J)-BIGNOR)11,11,10
   10 BIGNOR = XNORM(J)
      JCOL = J
   11 CONTINUE
      CALL EVAL(ANSIN,P)
      P(NP1)=1.0
      XNORM(JCOL)=0.0
      DO 12 I=1,N
       X(I,JCOL)=ANSIN(I)
   12 XNORM(JCOL)=XNORM(JCOL)+ABS(P(I))
      DO 13 I=1,NP1
      B(I)=0.0
      DO 13 J=1,NP1
   13 B(I)=P(I)+AINV(I,J)*P(J)
      DO 16 I=1,NP1
      IF(I-JCOL)14,16,14
   14 DO 15 J=1,NP1
   15 AINV(I,J)=AINV(I,J)-AINV(JCOL,J)*(P(I)/P(JCOL))
   16 CONTINUE
      DO 17 I=1,NP1
   17 AINV(JCOL,I)=AINV(JCOL,I)/B(JCOL)
      IF(K-ITER) 18, 1000, 1000
 1000 WRITE(OUTPUT,2000)
 1000 WRITE(6,2000)
```

```
IV G LEVEL  18                    NONLIN                DATE = 72076          10/35/27

 2000 FORMAT(1HO/4X17HKEINE KONVERGENZ./)
   18 CONTINUE
   19 CALL EVAL(ANS,SKONTR)
      XKONTR=0.0
      DO 21 I=1,N
      SKON =ABS(SKONTR(I))
      IF(XKONTR-SKON) 20,21,21
   20 XKONTR=SKON
   21 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
IV G LEVEL  18                    EVAL                  DATE = 72076          10/35/27

      SUBROUTINE EVAL(X,Y)
      DIMENSION X(3),Y(3)
      COMMON BETA,GAMA,SIGMA1,SIGMA2,SIGMA3,A,APS,Z
      Y(1)=X(2)*APS*(X(1)*X(1)*SIGMA1+X(1)*SIGMA2+SIGMA3)-X(1)*A
      Y(2) = X(3)*X(1) - (BETA-1.)*X(2) - (2.-BETA)*X(2)*X(1)
      Y(3) = X(1)*Z - X(1)*X(3)*(1.-GAMA) - GAMA*X(3)
      RETURN
      END
```

92. Literaturverzeichnis

Abkürzungen:

ZfB - Zeitschrift für Betriebswirtschaft

ZfbF - Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung

1 Ackoff, R.L., A Concept of Corporate Planning, New York-London-Sydney-Toronto 1970

2 Albach, H., Beiträge zur Unternehmensplanung, Wiesbaden 1969

3 Ayres, U.R., Technological Forecasting and Long-Range Planning, New York usw., 1969

4 Barth, E., Der Entwurf eines Budget-Simulationsmodells unter Berücksichtigung von Zielniveau- und Zielprioritätsänderungen - Eine Ausgangshypothese für die Entwicklung von Budgetsystemen, Diss. München 1971

5 Bauer, W., Die Bewegungsbilanz und ihre Anwendbarkeit, insbesondere als Konzernbilanz, in: ZfhF 1926, S. 485 ff.

6 Becker, C., Ziele und Aufgaben der Unternehmensplanung aus der Sicht des Unternehmers, in: Unternehmensplanung als Instrument der Unternehmensführung, AGPLAN Bd. 9, Wiesbaden 1965

7 Beer, S., Kybernetik und Management, 3. Aufl., Frankfurt 1967

8 Böhrs, H., Ermittlung des Einflusses der Veränderungen der Löhne, der Preise der Einsatzgüter und der Produktivität auf die Kosten der Erzeugnisse, in: ZfB 1971, S. 153-166 und S. 379-390

9 Bonini, C.P., Simulation of Information and Decision Systems in the Firm, Englewood Cliffs, N.J., 1963

10 Charnes, A., W.W. Cooper und M.H. Miller, Application of Linear Programming to Financial Budgeting and the Costing of Funds, in: Journal of Business, Bd. 32, Nr. 1, Januar 1959, S. 20-46

11 Cohen, K. and Cyert, R., Simulation of Organizational Behavior, in: Handbook of Organizations, March, J.G. (ed.), Chicago 1965

12 Edin, R. und H.J. Schmitt, Verweilzeitverteilungen und Prognosen. Einige empirische Ergebnisse, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 21. Jg. (1969), S. 484-506

13 Edin, R., Dynamische Analyse betrieblicher Systeme, Berlin 1971

14 Emshoff, J.R., Sisson, R.L., Design and Use of Computer Simulation Models, New York 1971

15 Feuerbaum, E., Notwendigkeiten und Methoden der Substanzrechnung, in: ZfbF 1967, S. 172 ff.

16 Flik, H., Kybernetische Ansätze zur Organisation des Führungsprozesses der Unternehmung, Berlin 1969

17 Forrester, J.W., Industrial Dynamics, The M.I.T. Press, Cambridge (Mass.), 1964 (3rd Printing)

18 Gershefski, G.W., The development and Application of a Corporation Financial Model, Oxford, Ohio, 1968

19 Gutenberg, E., Grundlagen der BWL, Dritter Band: Die Finanzen, Berlin, Heidelberg, New York 1969

20 Hanssmann, F., Operations Research Techniques for Capital Investment, New York 1968

21 Hanssmann, F., Die Mär von der mathematischen "Werkzeugkiste", in: Der Volkswirt, Jahrgg. 1969, Heft 48, S. 27-30

22 Hartmann, R., Optimale Liquiditätsvorsorge durch Planung liquider Reservemittel in industriellen Unternehmungen, Zürich 1969

23 Heckmann, N., Ein synergistisches Modell des Long-Range Planning; Fortschrittsberichte, Reihe 16, Nr. 1, Mai 1965, VDI-Zeitschrift, Düsseldorf

24 Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden 1966

25 Heinen, E., Handelsbilanzen, 4. Aufl., Wiesbaden 1968

26 Heinen, E., Industriebetriebslehre als Entscheidungslehre, in: Industriebetriebslehre, Entscheidungen im Industriebetrieb, Hrsg. E. Heinen, Wiesbaden 1971

27 Henzel, F., Fritz Schmidts Vermächtnis, in: ZfB 11, 1971, S. 807

28 Hill, W., Budgetierung als Hilfsmittel der Unternehmungsplanung, in: Operations Research - Verfahren II, Hrsg. R. Henn, Meisenheim 1965

29 Ijiri, Y., Management Goals and Accounting for Control, Amsterdam 1965

30 Jantsch, E. (Hrsg.): Perspectives of Planning, Proceedings of the OECD Working Symposium on Long-Range Forecasting and Planning, Bellagio, Italy, 27. October - 2. November 1968, OECD, Paris 1969

31 Kilger, W., Planungsrechnung und Entscheidungsmodelle des Operations Research, in: Unternehmensplanung als Instrument der Untermehmensführung, AGPLAN Bd. 9, Wiesbaden 1965

32 Klaus, G. (Hrsg.), Wörterbuch der Kybernetik, Berlin 1968

33 Koch, H., Probleme der Investitionsplanung, in: ZfB Jg. 39 (1969), S. 761 ff.

34 Koller, H., Simulation als Methode in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB 1966, S. 95

35 Koller, H., Simulation, in: Handwörterbuch der Organisation, hrsg. von Erwin Grochla, Stuttgart 1969, Sp. 1468-1498

36 Kosiol, E., Zur Problematik der Planung in der Unternehmung, in: ZfB 1967, S. 77-96

37 Koxholt, R., Die Simulation - ein Hilfsmittel der Unternehmensforschung, Begriff, Methode und Technik der Durchführung Möglichkeiten der Anwendung, München-Wien 1967

38 Langen, H., Die Prognose von Zahlungseingängen, in: ZfB 1964, S. 289-326

39 Langen, H., Kostentheorie - Das Handikap der Statik, in: Der Volkswirt, 20. Jg. (1966), Nr. 48, S. 2307-2310

40 Lücke, W., Finanzplanung und Finanzkontrolle in der Industrie, Wiesbaden 1965

41 Mao, J.C.T., Quantitative Analysis of Financial Decisions, London 1969

42 March, J.G. and Simon, H.A., Organizations, New York 1958, 7. Aufl. 1966

43 Mattessich, R., Budgeting Models and Systems Simulation, in: The Accounting Review, Vol. XXXVI (1961), Nr. 3, S. 384 ff.

44 Mattessich, R., Simulation of the Firm through a Budget Computer Program, Homewood, Ill., 1964

45 Mattessich, R., Die wissenschaftlichen Grundlagen des Rechnungswesens, Bielefeld 1970 (Bertelsmann Univ. Vlg. Bielefeld)

46 Meier, R.C., The Application of Optimum-Seeking Techniques to Simulation Studies: A Preliminary Evaluation, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 2, No.1 (March, 1967) S. 44-47

47 Meier, R.C., Newell, W.T. and Pazer, H.L., Simulation in Business and Economics, Englewood Cliffs 1969

48 Mertens, P., Simulation, Stuttgart 1969

49 Mize, J.H., Cox, J.G., Essentials of Simulation, Englewood Cliffs, NJ. 1968

50 Morgenthaler, G.W., The Theory and Application of Simulation in Operations Research, in: Progress in Operations Research. Edited by Russel L. Ackoff, New York 1961

51 Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, in: ZfB 1968, S. 605-620

52 Naylor, T.H., J.L. Balintfy, D.S. Burdick, and K.Chu, Computer Simulation Techniques, New York 1966

53 Naylor, T.H., Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems, New York, London, Sydney, Toronto 1971

54 Pönninghaus, S., Betriebswirtschaftliche Multiplikatoren, in: ZfbF 1967, S. 659 ff.

55 Rapoport, L.A. und W.P. Drews, Mathematical Approach to Long-Range Planning, Harvard Business Review 40 (1962), May-June, S. 75 ff.

56 Robichek, A.A., Financial Research and Management Decisions, New York, London, Sydney 1967

57 Schiemenz, Die Leistungsfähigkeit einfacher betrieblicher Entscheidungsprozesse mit Rückkopplung, in: ZfB 1971, S. 107-122

58 Schmidt, F., Organische Bilanz, in: Bott, Lexikon des kaufmännischen Rechnungswesens, 2. Aufl., Bd. 3, Stuttgart 1956, Sp. 2044 f.

59 Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, Band II, 10. Aufl., Tübingen 1965

60 Schrieber, A.N. (Ed.), Corporate Simulation Models, Veröffentlichung des College on Simulation and Gaming of the Institute of Management Science, Providence, Rhode Island and Graduate School of Business Administration of the University of Washington, Seattle, Washington. Als Manuskript gedruckt.

61 Schwarz, H., - Mehrfachregelungen. Grundlagen einer Systemtheorie, Erster Band, Berlin-Heidelberg-New York 1967
- Einführung in die moderne Systemtheorie, Braunschweig 1969

62 Scott, B.W., Long-Range Planning in American Industry, New York 1965

63 Strebel, H., Zur Gewichtung von Urteilskriterien bei mehrdimensionalen Zielsystemen, in: ZfB 1972, S. 89-128

64 Szyperski, N., Das Setzen von Zielen - primäre Aufgabe der Unternehmungsleitung, in: ZfB 1971, S. 639 ff.

65 Warren, E.K., Long-Range Planning: The Executive Viewpoint Englewood Cliffs, N.J., 1966

66 Weber, K., Langfristige Planung in der Unternehmung, in: Beiträge zur Lehre von der Unternehmung, Festschrift für Karl Käfer, Zürich 1968, S. 309-329

67 Wild, J., Grundlagenprobleme einer betriebswirtschaftlichen Prognostik - Prognosen, Induktion und Wahrscheinlichkeit -. Unveröffentl. Manuskript, Berlin 1969

68 Will, H.J., Betriebswirtschaftliche Budgetsysteme, in: ZfB 1969, S. 691-712

69 Wöhe, G., Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 7. Aufl., Berlin und Frankfurt 1967

70 Wöhe, G., Bilanzierung und Bilanzpolitik, München 1971

71 Wolfe, H.D., Business Forecasting Methods, New York, Chicago, usw. 1966

72 Zwehl, W.v., Untersuchung zur Erstellung einer Planbilanz als Ergänzung des Jahresabschlusses, Berlin 1968

Lebenslauf

Ich bin am 26. 6. 1945 als Sohn des Betriebsleiters Georg Bucher und seiner Frau Josefa, geb. Lang, in München geboren. Aufgewachsen in Rosenheim, besuchte ich dort die ersten drei Klassen der Volksschule; nach der vierten Klasse in einem Internat in Algasing trat ich in das Ludwig-Thoma-Gymnasium in Prien über.

Die Reifeprüfung legte ich 1965 am Finsterwalder-Gymnasium in Rosenheim ab, in das ich sieben Jahre zuvor überwechselte. In einem Münchener Zeitungsverlag absolvierte ich anschließend ein einjähriges Praktikum, um mich dann, zum Wintersemester 1966/67, an der Ludwig-Maximilians-Universität München für das Fach Betriebswirtschaftslehre zu immatrikulieren.

Nach acht Semestern und weiteren Praktika bei zwei Banken und einem norwegischen Stahlwerk während der Ferien schloß ich das Studium im Herbst 1970 mit der Diplomprüfung für Kaufleute ab. Danach begann ich mit der Dissertation.

DIFO–DRUCK SCHMACHT - BAMBERG RUF:62216